Aus der Fachrichtung Experimentelle Therapie und Funktionelle Pathologie im Institut für morphologische und funktionelle Veterinärpathologie der Freien Universität Berlin

---

UNTERSUCHUNG ZUR INDIVIDUELLEN SCHWANKUNGSBREITE DES BLUTBILDES, INSBESONDERE EINIGER MORPHOLOGISCHER ERYHTROCYTENMERKMALE, BEI KLINISCH GESUNDEN, AUSGERUHTEN PFERDEN

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Doris Uta Bitzer
Tierärztin aus Tübingen

Berlin 1976
Journal-Nr. 896

Aus der Fachrichtung Experimentelle Therapie und Funktionelle Pathologie im Institut für morphologische und funktionelle Veterinärpathologie der Freien Universität Berlin

---

UNTERSUCHUNG ZUR INDIVIDUELLEN SCHWANKUNGSBREITE DES BLUTBILDES, INSBESONDERE EINIGER MORPHOLOGISCHER ERYHTROCYTENMERKMALE, BEI KLINISCH GESUNDEN, AUSGERUHTEN PFERDEN

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Doris Uta Bitzer
Tierärztin aus Tübingen

Berlin 1976
Journal-Nr. 896

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender des FBR: Prof. Dr. H.-H. Frey

Referent: Prof. Dr. H. Niepage

Korreferent: Prof. Dr. H. Keller

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der Promotion: 9.12.1976

Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Einleitung und Schrifttum
A. Ziel der Untersuchung 5
B. Allgemeines zur Bewertung von Blutbildern 7
C. Literaturhinweise 9

II. Eigene Untersuchungen
A. Untersuchte Tiere, Merkmale und Methoden
1. Tiere 13
2. Blutentnahme 14
3. Merkmale und Methoden 16
B. Übersicht über die erhobenen Daten 19
1. Darstellung in der Zeitfolge
a. Blutstatus 2o
b. Price-Jones-Kurven 28
2. Darstellung der Merkmalswerte als Häufigkeitsverteilung 3o
C. Auswertung und Besprechung
1. Besprechung der Veränderungen in der Zeitfolge
a. Blutstatus 34
b. Price-Jones-Kurven 37
2. Korrelationen 4o
a. Erstes Verfahren 4o
b. Zweites Verfahren 45
c. Drittes Verfahren 47
d. Besprechung der Korrelationen 52
3. Individuelle Besonderheiten 62
4. Vergleich der erhobenen Werte mit Normalbereichen nach Literaturangaben 65

III. Zusammenfassung der Ergebnisse 77
IV. Schlußsätze 82
V. Tabellen 84
VI. Literaturverzeichnis 1o3

I. Einleitung und Schrifttum

A. Ziel der Untersuchung

Die Hämatologie hat für die klinische Diagnostik Bedeutung, weil sie objektive Kriterien für die Reaktionslage eines Probanden liefert, die es im Zusammenhang mit anderen Symptomen ermöglichen, Krankheitszustände aufzudecken, zu bewerten und im Verlauf zu verfolgen.

In der Praxis orientiert sich die Beurteilung hämatologischer Merkmalswerte an Grenzwerten, die den physiologischen Schwankungsbereich umschreiben, und an der Tendenz, die die Veränderung der Werte im Zeitablauf erkennen läßt.

Normalbereiche werden gewöhnlich an Kollektiven gesund erscheinender Probanden ermittelt. Dabei liefert jeder Proband einen Wert, und die Häufigkeitsverteilung der nach Größenklassen geordneten Merkmalswerte bildet das Material für die Abgrenzung, die nach unterschiedlichen Grundsätzen erfolgen kann.

Dieses Verfahren ist nicht das einzig mögliche. Jedes Individuum reagiert artgemäß auf die Anforderungen, die seinem Leben gestellt sind. Ein Tier, das gesund ist, reagiert normal, wenn die Anforderungen normal, d.h. dem Oblichen entsprechend sind. Demnach sollte ein gesundes Tier bei wiederholter Untersuchung unter normalen Umweltbedingungen den Spielraum der Norm repräsentativ für die Tierart erkennen lassen, es sei denn, es gäbe innerhalb einer Tierart erhebliche angeborene individuelle Unterschiede.

Wiederholungsuntersuchungen über längere Zeit, bei denen durch die Wahl der Zeitabstände der Reaktionsgeschwindigkeit der hämatologisch erfaßbaren Zellsysteme Rechnung getragen ist, wurden an gesunden Haustieren ohne Beeinflussung durch besondere Versuchsbedingungen bisher selten durchgeführt.

Mir wurde die Aufgabe gestellt, an einigen klinisch gesunden, in Typ, Alter und Nutzungszweck ähnlichen Pferden in etwa halbwöchigen Abständen das Blutbild über einen Zeitraum zu untersuchen, in dem wesentliche Veränderungen in Haltung, Fütterung und Leistungsanforderungen nicht auftraten.

Über den klinisch üblichen Routinestatus hinaus wurden die Durchmesser der Erythrocyten im gefärbten Blutausstrich und im Ausstrich der aus dem Hämatokrit gewonnenen Fraktion leichter Erythrocyten bestimmt (Price-Jones-Kurven).

Die Befunde waren im Zeitablauf zu verfolgen und individuelle Ähnlichkeiten und Abweichungen im hämatologischen Verhalten festzustellen. Es war nach Abhängigkeiten zwischen den Veränderungen der Werte verschiedener Merkmale zu suchen, und die Gesamtheit der erhobenen Werte jedes Merkmals mit Angaben über Normalwerte in der Literatur zu vergleichen.

B. Allgemeines zur Bewertung von Blutbildern

Die klinische Anwendung des Blutbildes besteht darin, die am Patienten erhobenen hämatologischen Daten im Zusammenhang mit den übrigen klinischen Symptomen als Ausdruck seiner Reaktionslage zu verstehen. Voraussetzung dafür ist die Kenntnis der Reaktionsweise der hämatologisch erfaßbaren Zellsysteme.

Die hämatologische Erfassung der Zellsysteme ist auf Teilaspekte beschränkt. Cytomorphologisch gilt es, die Zellarten zu unterscheiden und, soweit sich die Reaktionslage eines Zellsystems in morphologischen Besonderheiten ausdrückt, diese zu erkennen. Dazu kommt die Zählung der Zellen. Abhängig von der Art des Zellsystems gestattet die Menge der im Blut kursierenden Zellen bestimmte Schlüsse auf dessen Funktion. Chemisch-physikalische Bestimmungen wie die Hämoglobinbestimmung, die Senkungsgeschwindigkeit, Größenmessungen an den Zellen u.ä., ergänzen die hämatologischen Untersuchungen.

Um die Reaktionsweise eines Zellsystems diagnostisch zu nutzen, muß man dessen Aufgabe im Organismus kennen, muß man wissen, auf welche Reize es anspricht und in welcher Zeit, man muß das quantitative Verhältnis zwischen Reiz und Reaktion abschätzen können.

Ergibt der Vergleich zwischen den klinischen Symptomen und der hämatologisch erkennbaren Richtung der Reaktion und deren Ausmaß Übereinstimmung,so hilft das Blutbild die Diagnose sichern. Besteht eine Diskrepanz, so weist das Blutbild die Richtung für die weitere klinische Untersuchung.

Bei der klinischen Diagnose geht es um die Feststellung der Art und des Ausmaßes einer Krankheit. Die dabei bestehende pathologische Reaktion entsteht aus der vorher bestehenden physiologischen Reaktion, von der sich die pathologische oft nicht qualitativ, sondern nur quantitativ unterscheidet. Der Übergang ist fließend; er erfolgt mit unter-

schiedlicher Geschwindigkeit.

Der lebende Organismus hat die Fähigkeit, durch seine Reaktion die Umweltbedingungen für seine Zwecke zu nutzen und Schäden abzuwehren. Wir nennen die Reaktion physiologisch, soweit diese Fähigkeit von Lebensbedingungen herausgefordert wird, die für den Organismus überwiegend zuträglich und "normal", d.h. allgemein üblich sind.

Auch in diesem physiologischen Rahmen sind die Leistungsanforderungen unterschiedlich, z.B. abhängig vom Lebensalter, von besonderen körperlichen Leistungen u.a.. Das Blutbild reagiert empfindlich auf solche Situationen, quantitativ oft nicht geringer als bei manchen Krankheitszuständen. Eben deshalb kann es nur gedeutet werden, wenn von den sonstigen Bedingungen des Organismus Wesentliches bekannt ist.

C. Literaturhinweise

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen von Untersuchungen über die Norm hämatologischer Werte bei Haustieren unternommen. Die Bedeutung der Norm als Vergleichsmaßstab für die Beurteilung hämatologischer Daten bei Patienten ist offensichtlich, die Frage nach der Norm führt jedoch in ein vielschichtiges Problem.

Als mit dem Aufkommen der hämatologischen Untersuchungsverfahren deren Bedeutung für die humanmedizinische Klinik erkannt wurde, führten zunehmend auch Veterinärmediziner hämatologische Untersuchungen durch mit dem Ziel, die Diagnostik zu verbessern. Der Bedeutung des Pferdes in damaliger Zeit entsprechend, wurde in den ersten drei bis vier Jahrzehnten unseres Jahrhunderts diese Tierart relativ häufig untersucht, und die erste Aufgabe war, die Norm herauszufinden.

Auf die Ergebnisse dieser Arbeiten soll hier im einzelnen nicht eingegangen werden. Soweit erreichbar und für den Vergleich mit dem eigenen Material verwertbar, sind sie im Abschnitt II C 4 verwendet.

Das damals und bis heute am häufigsten angewandte Verfahren zur Feststellung der Norm ist die Untersuchung von Kollektiven klinisch gesunder Tiere, wobei dem einzelnen Tier einmal oder wenige Male Blut abgenommen wird. Den gegebenen Umständen nach ist dieses Verfahren leichter durchführbar als die Wiederholungsuntersuchung am gleichen Tier, die meist auf stationäre Patienten beschränkt bleibt.

Es zeigte sich bald, daß bei klinisch gesunden Tieren große Unterschiede in den Werten hämatologischer Merkmale festzustellen waren.

Es wurde nach Rassen- und Geschlechtsunterschieden, Einflüssen von Fütterung, Haltung und Arbeitsleistung, nach rhythmischen Veränderungen im Tages- und Jahresablauf gesucht; die Abhängigkeit der hämatologischen Befunde vom Lebensalter war zu prüfen.

Die Arbeiten haben zu gesichertem Wissen geführt, manche Ergebnisse sind noch widersprüchlich. Neue Methoden ermöglichen heute die Bearbeitung größerer Mengen von Blutproben; die hämatologischen Merkmale, die gemessen werden, sind überwiegend noch die gleichen wie früher.

Rassen- und Geschlechtsunterschiede in den hämatologischen Werten wurden schon früh bekannt. Vollblüter haben mehr Erythrocyten pro Einheit Blut als Warmblüter, diese mehr als Kaltblüter (GÖTZE, 1923; MAC LEOD, 1947; HEUSSER, 1952; STEEL, 1960; SEDLAK, 1972) , Hengste mehr als Stuten (DUERST, 1922; GÖTZE, 1923; HEUSSER, 1952; SEDLAK, 1972).

Bei mangelhafter Ernährung sinken die Erythrocytenwerte (GÖTZE, 1923; KOLB, 1962). Ob die Fütterung selbst einen Einfluß auf das Blutbild hat, ist umstritten. FRÜHNER (1919) war dieser Meinung, DÖPPERT (1921) lehnte einen Zusammenhang ab, KEESE (1926) sah nach starker Fütterung zunehmende Erythrocytenzahlen. Möglicherweise spielt die Wasseraufnahme eine Rolle. So beschrieb SCHINDELKA schon 1888 eine Abnahme des Hämoglobingehaltes um 4 - 12% des FLEISCHL-Hämometers nach der Aufnahme von 5 - 16 l Wasser (vgl. MAREK & MOCSY, 1956).

Nachdem SCHEUNERT und MÜLLER 1926 die Zunahme der Erythrocytenzahl bei körperlicher Arbeit beschrieben hatten, wiesen die klassischen Untersuchungen von SCHEUNERT und KRZYWANEK (1926 u. 1929) beim Pferd die Rolle der Milz bei diesem Vorgang nach. Eine Entleerung des Milzblutspeichers und damit die Steigerung der Erythrocytenzahl im Blut erfolgt nicht nur bei starker Muskelarbeit, sie kann bereits durch Aufregung ausgelöst werden (IRVINE, 1958), wie das Ausfallen

der Reaktion nach Milzexstirpation zeigt (SCHALM, 1975).

Jahreszeitliche Abhängigkeiten der hämatologischen Werte dürften überwiegend eine Folge unterschiedlicher Fütterung sein. GÜTZE (1923) beschrieb die Zunahme der Erythrocytenzahl im Blut in der Weidezeit, ebenso KUDRJASOV (1940), der die höchsten Werte von Mai bis Juli, die niedrigsten von Oktober bis Dezember fand.

HÖHNKE (1952) und SCHLEISSER (1952) suchten nach tagesrhythmischen Veränderungen der Erythrocyten- und Leukocytenwerte des Pferdes. Für die Leukocytenzahl ließ sich eine Zunahme in den Abendstunden wahrscheinlich machen; eine Abhängigkeit der Erythrocytenzahl wurde nicht gefunden. Die neuerliche Auswertung des Materials von HÖHNKE über die Differenzen (NIEPAGE, 1976) ergab jedoch eindeutig, daß zwischen 18 und 2o Uhr die Erythrocyten im Mittel um o,5 x $1o^{12}$/l und die Leukocyten um durchschnittlich 1 x $1o^{12}$/l vermehrt waren; der Tiefstwert lag für beide Zellgruppen um 2 Uhr nachts.

Über Durchmesser- und Volumenveränderungen der Erythrocyten des Pferdes liegen folgende Angaben vor, in die auch Mitteilungen über Veränderungen bei kranken Pferden eingeschlossen sind:
Nach Aderlässen wächst in der Regenerationsphase der mittlere Durchmesser der Erythrocyten (FUNK, 1919; VERTER, 1961). VERTER erklärt dies durch das Ausschwemmen von jugendlichen Zellen aus dem Knochenmark.
Krankheitseinflüsse auf die Eryhtrocytengröße untersuchte WITTE (1942). Bei an Influenza erkrankten Pferden fand er, im Gegensatz zu BLEIL (1936), der nur ganz minimale Veränderungen angibt, eine Verkleinerung der Erythrocyten im Laufe der Erkrankung und eine Vergrößerung nach der Genesung. WULFF (1930) sah bei der chronisch latenten infektiösen Anämie ein Ansteigen der Durchschnittsgröße der Erythrocyten. GERBER (1969) stellte fest, daß bei Infektionskrankheiten das mittlere Erythrocytenvolumen signifikant

erniedrigt ist. Bei Lungenerkrankungen hingegen konnte er eine Vergrößerung beobachten, die mit dem Ansteigen der Dyspnoe zunahm. Er begründete dies durch den bei respiratorischer Insuffizienz steigenden CO_2-Partialdruck. Die notwendige Pufferung führt zur Erhöhung der Chlor- und Bicarbonationenkonzentration in den Erythrocyten, wodurch der osmotische Druck ansteigt, so daß es zu einer Flüssigkeitsvermehrung in den Erythrocyten kommt. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch SEDLAK (1972), der eine Volumenvergrößerung der Erythrocyten durch Zunahme ihres Wassergehaltes bei steigendem pH des Plasmas feststellte. Ein Anwachsen des MCV unter Stress zog auch IRVINE (1958) in Betracht.

Die hier mitgeteilten Literaturangaben sind keineswegs vollständig. Sie sollen nur ein Hinweis sein auf die Probleme, die sich im Zusammenhang mit der Aufstellung einer Norm ergeben. Sie machen deutlich, daß die Definition normaler Bedingungen das Wesentliche ist.

Die eigenen Untersuchungen wurden an erwachsenen Warmblutwallachen im Zustand der Ruhe gemacht; die Blutentnahmen erfolgten stets zur gleichen Zeit. Unterschiede der Rasse, des Geschlechts, der Fütterung, der Arbeitsleistung und des Tagesrhytmus spielen für die Ergebnisse daher keine Rolle. So konnte das Ziel verfolgt werden, die Reaktionsweise des Erythrocytensystems, wie sie sich ungestört durch provozierte Einflüsse darstellt, an einigen Merkmalen bei einigen Pferden eine zeitlang vergleichend zu beobachten.

II. Eigene Untersuchungen

A. Untersuchte Tiere, Merkmale und Methoden

1. Tiere

Für die Untersuchung standen 5 Reitpferde eines Berliner Privatstalles zur Verfügung, im einzelnen:

Pferd 1: 6-jähriger brauner Wallach, Hannoveraner, Stockmaß 165 cm;
Pferd 3: 8-jähriger Fuchswallach, Hannoveraner, Stockmaß 177 cm;
Pferd 4: 7-jähriger Schimmelwallach, Hannoveraner, Stockmaß 177 cm;
Pferd 5: 5-jähriger brauner Wallach, Hannoveraner, Stockmaß 164 cm;
Pferd 6: 7-jähriger dunkelbrauner Wallach, Mecklenburger, Stockmaß 165 cm;

Pferd 2 wurde bei Vorversuchen aus technischen Gründen ausgeschlossen.

Das Temperament der Pferde war ruhig und ausgeglichen,bis auf Pferd 4, das im Stall zur Widersätzlichkeit neigte und während der gesamten Untersuchungsperiode mit Vorsicht, aber energisch zu handhaben war (Drohen mit der Peitsche, Paraden am Halfter; keine Bremse).

Die Pferde waren mit anderen in drei kleinen, beieinanderliegenden Stallgebäuden untergebracht, wurden in der Untersuchungszeit mehrfach umgestellt und hatten beim Putzen außerhalb des Stalles sowie beim gemeinsamen Ausritt Gelegenheit zu gegenseitigem Kontakt.
Bis auf Montag (Stallruhetag) wurden die Pferde täglich am Nachmittag oder Abend etwa eine Stunde geritten.
Am 15.8. und 3o.8.75 nahmen die Pferde 1,3 und 4 an einem Reitturnier (leichte und mittelschwere Springprüfungen) teil.

Vier Monate vor Untersuchungsbeginn waren die Pferde gegen Tetanus und Influenza geimpft und mit einem Breitspektrum-Anthelmintikum (Telmin^{R}) entwurmt worden.

Während der gesamten Dauer der Untersuchung waren die Pferde in guter Verfassung und boten im Stall und bei der Arbeit keinerlei Hinweise auf eine gesundheitliche Störung, insbesondere wurden Symptome einer katarrhalischen Infektion (Husten, Nasenausfuß) nicht beobachtet.

2. Blutentnahme

Die Blutentnahmen erfolgten vom 1.7.1975 bis zum 5.9.1975 in etwa halbwöchentlichem Abstand jeweils vormittags zwischen 8.oo und 1o.oo Uhr, d.h. 3-5 Stunden nach der Morgenfütterung bevor die Pferde aus dem Stall kamen. Aus der leicht gestauten V.jugularis wurden mittels einer sterilen Hohlnadel (Einmalkanüle) ca.5ml Blut entnommen und in einem Blutröhrchen, das ca. o,5mg Heparin-Natrium in Pulverform enthielt,durch vorsichtiges Schwenken mit dem Antikoagulans gemischt. Je Pferd wurden im Laufe der Untersuchungszeit 2o, insgesamt 1oo Blutproben untersucht.

W	Leukocyten	$10^9/l$
B	Basophile	$10^9/l$
E	Eosinophile	$10^9/l$
N	Neutrophile	$10^9/l$
L	Lymphocyten	$10^9/l$
M	Monocyten	$10^9/l$
R	Erythrocytenzahl	$10^{12}/l$
Hb	Hämoglobingehalt	g/l
Ht	Hämatokrit	
MCHC	mittlere corpusculäre Hämoglobinkonzentration	g/l
MCH	mittlerer corpuskulärer Hämoglobingehalt	pg
MCV	mittleres Erythrocytenvolumen	fl
Ø	Durchmesser der Erythrocyten im Gesamtblut	Kl bzw. /um
Ø1	Durchmesser der leichten Erythrocyten	Kl bzw. /um
D	Dicke der Erythrocyten	/um
BKS	Senkungsgeschwindigkeit der Erythrocyten	mm zellfreie Plasmasäule
$\bar{x}$	arithmetisches Mittel	
s	Standardabweichung	
r	Korrelationskoeffizient	
Kl	Klasse	1 Klasse= 0,229 /um
p	Überschreitungswahrscheinlichkeit	

Tabelle 1:
Abkürzungen und Maßeinheiten

Die Maßeinheiten entsprechen den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie (Système International d'Unités, "SI-Einheiten", s. STAMM, 1975)

3. Merkmale und Methoden

Die Werte folgender hämatologischer Merkmale wurden bestimmt:

Die Leukocytenzahl (W) in $1o^9$/l Blut und
die Erythrocytenzahl (R) in $1o^{12}$/l Blut mit dem Coulter-Counter, Modell A.

Das Differentialblutbild im nach PAPPENHEIM gefärbten Blutausstrich an jeweils 2oo Leukocyten. Auf eine Unterteilung der Neutrophilen in segmentierte und nicht segmentierte Typen wurde verzichtet.

Die Zahl der Basophilen (B), Eosinophilen (E), Neutrophilen (N), Lymphocyten (L) und Monocyten (M) pro l Blut wurde über die Leukocytenzahl und den prozentualen Anteil der Leukocytenarten am Differentialblutbild berechnet.

Der Hämoglobingehalt (Hb) in g/l Blut wurde als Cyanhämiglobin bei 546 nm im EPPENDORF-Photometer gemessen.

Der Hämatokrit (Ht) wurde in Kappilaren von 7,5 cm Länge und 1,3 bis 1,5 mm Weite nach Zentrifugation bei 1o ooo g/3min aus Doppelbestimmungen ermittelt.

Das mittlere Erythrocytenvolumen (MCV)in fl,
der mittlere Hämoglobingehalt (MCH) in pg und
die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrocyten (MCHC) in g/l wurden aus Erythrocytenzahl, Hämoglobinwert und Hämatokrit berechnet nach den Formeln:

$$MCV = \frac{1o^3 \times Ht}{R}; \quad MCH = \frac{Hb}{R}; \quad MCHC = \frac{Hb}{Ht}$$

Die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrocyten wurde in WESTERGREN-Pipetten nach 1o, 3o und 6o min. bestimmt und in mm erythrocytenfreier Plasmasäule angegeben.

Der Durchmesser (Ø) der Erythrocyten wurde an photographischen Aufnahmen der gefärbten Ausstriche bestimmt. Zu jedem Blutstatus wurden Aufnahmen des Blutausstriches und des Ausstriches der leichten Erythrocytenfraktion gemacht.

Die Fraktion leichter Erythrocyten (1) wurde erhalten, indem ein Hämatokritröhrchen nach dem Zentrifugieren mit einer Ampullensäge ca. 1 cm oberhalb und 1 mm unterhalb der Leukocytenschicht (buffycoat) angesägt wurde und der Inhalt des durch Herausbrechen gewonnenen Mittelteils des Röhrchens mittels eines angesetzten Schlauches auf einen Objektträger ausgeblasen und nach Durchmischung von Plasma und Zellen ausgestrichen wurde (NIEPAGE, 1974).

Die Aufnahmen wurden mit einem ZEISS-Photomikroskop gemacht unter Verwendung von Planapochromat 40-Öl bei Zwischenvergrößerung 1,25 auf dem Film Agfapan 15. Die Vergrößerungen wurden im Rapidoprint-Verfahren auf FPN 3-Papier im Abbildungsmaßstab 1:8oo hergestellt.

Auf jeden Film wurde der Maßstab eines Objektmikrometers aufgenommen, um die Vergrößerung verschiedener Filme exakt aufeinander abstimmen zu können. Von jedem Präparat wurden 2 Gesichtsfelder photographiert, in denen die Erythrocyten möglichst gleichmäßig verteilt ausgebreitet lagen. Aus den 2 Aufnahmen jedes Präparates wurden insgesamt 2oo Erythrocyten mit dem Teilchengrößenanalysator TGZ 3 (ZEISS) ausgemessen.

Dabei wird die Zelle auf dem von unten beleuchteten Bild mit einer Irisblende abgegriffen und ihre Größe durch Kontaktschluß auf ein Zählwerk übertragen, das die Messung der Größenklasse entsprechend registriert. Für die gegebenen Bedingungen betrug die Klassenbreite o,229 /um. Grundlage für die Umrechnung der Klassengrößen in /um ist die entsprechende Messung an der ebenso wie die Zellen vergrößerten Skala des Objektmikrometers.

Die Dicke (D) der Erythrocyten wurde als Durchschnittswert aus dem mittleren Erythrocytenvolumen (MCV) und aus dem Mittelwert der Durchmesserbestimmung ($\bar{x}\emptyset$) nach der Formel für das Volumen eines Zylinders berechnet:

$$D = 1{,}273 \frac{MCV}{(\bar{x}\emptyset)^2}$$

B. Übersicht über die erhobenen Daten

In den Tabellen 11-17sind die bei den Pferden in der Beobachtungszeit erhobenen Merkmalswerte chronologisch aufgeführt. Abkürzungen und Maßeinheiten s. Tabelle 1. Die Werte der Price-Jones-Kurven aus dem Ausstrich des Gesamtblutes sind in den Tabellen 18 - 22, die der Ausstriche der leichten Erythrocyten in den Tabellen 23 - 27 niedergelegt.

In Abbildung 13 (s.S. 102) sind die Daten der Tabellen graphisch dargestellt. Als gestrichelte Horizontale ist das arithmetische Mittel aus den je 20 Merkmalswerten eines Pferdes eingezeichnet. Anhand dieser Übersichtstafel werden die Befunde im Zeitablauf beschrieben.

1. Darstellung in der Zeitfolge
a. Blutstatus

Die Pferde 1, 3, 4 und, angedeutet, auch 5 und 6 (Abbildung 13), zeigen im mittleren Drittel der Beobachtungszeit einen Gipfel in der Darstellung der Neutrophilenzahl, der vermuten läßt, daß in diesem Zeitraum die Pferde gleichzeitig eine Reaktion durchmachten. Zur Beschreibung der Veränderungen im Zeitablauf wird deshalb der Untersuchungszeitraum pauschal in Drittel unterteilt. Das erste Drittel endet mit dem 22.7.1975, das zweite mit dem 12.8.1975.

Basophile (B)

Basophile wurden unter 2oo Leukocyten so wenig gefunden, daß Tendenzen in der Veränderung ihrer Häufigkeit im Blut nicht beobachtet werden können.

Eosinophile (E)

Die Differenzen der Eosinophilenwerte sind bei Pferd 1, das den niedrigsten Mittelwert hatte, am geringsten, lassen jedoch, synchron zum Neutrophilengipfel, eine mit diesem gleichlaufende Tendenz erkennen. Bei den anderen Pferden wechselten die Werte stärker; Tendenzen, die sich über mehr als eine Woche erstrecken, werden nicht deutlich.

Neutrophile (N)

Tendenzen in der Veränderung der Neutrophilenzahl sind offensichtlich; bei den Pferden 1, 3 und 4 sind sie am deutlichsten ausgeprägt und zeigen dort folgende Gemeinsamkeiten:
Einem geringen Absinken der Neutrophilenzahl in der Mitte des ersten Drittels der Beobachtungszeit (1o.7.) folgt ein Anstieg, der zunächst allmählich (in 5 - 8 Tagen Steigerung um o,3 bis o,7 x $1o^9$/l), danach mit größerem Zunahmen dem Höhepunkt zustrebt, der 15 (Pferd 1 und 3) bzw. 18 Tage (Pferd 4) nach dem Tiefstand erreicht ist.

Die folgende Abnahme der Neutrophilenzahl auf Werte, die bei Pferd 2 und 4 noch unter dem Tiefpunkt vor Beginn des Anstiegs liegt, dauert 18 (Pferd 1 und 3) bzw. 15 Tage (Pferd 4). Nach Erreichen des niedrigsten Wertes folgt ein weiterer, sich über 17 - 18 Tage erstreckender Anstieg, dessen Höhepunkt sich jedoch kaum über den Mittelwertpegel erhebt. Am letzten Tag der Beobachtungszeit deutet sich abermals ein Anstieg der Werte an. Insgesamt stellt sich bei den Pferden 1, 3 und 4 die Veränderung der Neutrophilenzahl demnach als ziemlich gleichzeitig ablaufende Wellenbewegung dar, die mit einem Abschwung beginnt; ihm folgt eine erste Welle, die sich über 33 Tage erstreckt mit Zunahmen der Neutrophilen um 3,1 bis 3,7 x $1o^9$/l. Nach Abklingen der ersten Welle folgt eine zweite, etwa halb so lange dauernde, mit wesentlich geringerer Zunahme der Neutrophilenzahl (1,3 bis 1,6 x $1o^9$/l).
Die Pferde 5 und 6 zeigen im Prinzip ähnliche Veränderungen der Neutrophilenzahl wie die anderen. Innerhalb der Wellenbewegung sind die Werte jedoch stärkeren Schwankungen unterworfen. Bei Pferd 5 mag es fraglich sein, ob der erste Beobachtungswert oder die am 4. Untersuchungstag registrierte Abnahme der Neutrophilenzahl als "Abschwung"zu deuten ist. Das Datum der letzteren, welches identisch ist mit dem der anderen Pferde einschließlich Pferd 6, spricht dafür, daß bei allen Pferden am 1o.7. der Beginn des Wellenzuges anzusetzen ist.
Der Höhepunkt der Neutrophilenzahl ist wie bei Pferd 4 auch bei den Pferden 5 und 6 am 28.7. erreicht. Ebenso wie die anderen Pferde zeigen auch diese etwa zeitgleich eine kleinere Welle im Anschluß an die erste.

Lymphocyten (L)

Überblickt man vergleichend die Veränderungen der Lymphocytenwerte bei den 5 Pferden, so erkennt man ebenfalls Gemeinsamkeiten. Ähnlich wie bei den Neutrophilen zeichnet

sich vor Beginn des mittleren Drittels der Beobachtungszeit eine Zunahme der Lymphocytenwerte ab. Vom ersten Untersuchungstage an bis zum Beginn dieses Anstiegs herrscht überwiegend abnehmende Tendenz. Das Maximum der Lymphocytenzahl wird etwa zur gleichen Zeit erreicht wie bei den Neutrophilen. Eine "zweite Welle" liegt bei den Lymphocyten nicht vor. Auffällig ist, daß die Lymphocytenzunahme bei allen Pferden mehr oder weniger deutlich zweigipflig verläuft. Die Gipfel liegen 6 (Pferde 1 und 3), 11 (Pferd4) bzw. 10 Tage (Pferd 5) auseinander. Bei Pferd 6 ist der erste Gipfel nicht genügend ausgeprägt, um den Zeitabstand zum zweiten festzulegen.

Monocyten (M)

Bei den Monocytenzahlen deutet sich eine geringe, z. T. ebenfalls zweigipflige Zunahme an, die bei den Pferden 1 und 3 zeitgleich mit den Lymphocyten abläuft, bei Pferd 4 und 5 einige Tage später; Pferd 6 zeigt einen Gipfel erst gegen Ende der Untersuchungszeit.

Zahl der Erythrocyten (R)

Eine ansteigende Tendenz der Erythrocytenzahl am Ende des ersten Drittels der Beobachtungszeit (22.7.) ist allen Pferden gemeinsam. Sie beginnt bei den Pferden 1, 3 und 6 sieben Tage, bei den Pferden 4 und 5 elf Tage früher. Nach dem 18.7., bei Pferd 4 am nächstfolgenden Untersuchungstermin, geht die Erythrocytenzahl zurück. Dem so entstandenen Gipfel folgen ein (Pferd 4, 5 und 6) oder zwei weitere (Pferd 1 und 3). Allgemein liegen trotz der Schwankungen im Zeitraum vom 18.7. bis zur Mitte des zweiten Drittel und darüber hinaus die Erythrocytenzahlen höher als davor oder danach.

Mittleres Volumen der Erythrocyten (MCV)

Am 18.7. (Pferde 1, 3, 6) bzw. 8 Tage (Pferd 4 und Pferd 5) eher werden die MCV-Werte kleiner. Sie bleiben niedrig bis in den Anfang des zweiten Drittels der Untersuchungszeit, bei Pferd 1 und 3 mit Unterbrechungen darüber hinaus. Im letzten Drittel sind die Werte bei allen Pferden höher als in der Zeit davor und relativ geringen Schwankungen unterworfen.
Außer diesen Tendenzen sind einige nur an einem Untersuchungstag festgestellte hohe Werte zu verzeichnen (Pferd 1 am 28.7.; Pferd 4 am 7.7. und 12.8.; Pferd 5 am 1o.7.).

Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrocyten (MCHC)

Bei den MCHC-Werten fallen zuerst die großen, kurzfristig wechselnden Schwankungen insAuge. Sie sind am geringsten bei Pferd 6, dessen Werte vom Ende des zweiten Drittels der Untersuchungszeit an eine steigende Tendenz erkennen lassen. Bei Pferd 4 ist außer der steigenden Tendenz in eben dieser Periode eine von Anfang an kaskadenähnlich fallende Tendenz zu beobachten. Auch die Pferde 1, 3 und 5 haben am Ende der Beobachtungszeit höhere MCHC-Werte als davor. Im übrigen bestimmen die starken Schwankungen das Bild.

Durchmesser der Erythrocyten (Ø)

In der Abbildung sind die Mittelwerte der Erythrocytendurchmesser angegeben, denen jeweils eine Price-Jones-Kurve zugrunde liegt (Abb. 1 und 2). Die Darstellung betrifft die Messungen im Ausstrich des Gesamtblutes ($\bar{x}Ø$) und im Ausstrich der Fraktion leichter Erythrocyten($\bar{x}Ø1$). Die Mittelwerte der Durchmesser, die aus den Messungen an Erythrocyten im Ausstrich des Gesamtblutes berechnet wurden, zeigen im Zeitablauf trotz der kurzfristigen Schwankungen über größere Zeitabschnitte ähnliche Tendenzen bei allen Pferden. Schon vor Beginn des mittleren Drittels der Beobachtungszeit setzt eine Abnahme ein, an die sich,

teilweise vor, teils mit Beginn des letzten Drittels der Untersuchungszeit eine Zunahme der mittleren Durchmesser anschließt. Dabei wird die Ausgangslage von den Pferden 1, 3 und 6 erst am Ende der Beobachtungszeit, von Pferd 5 auch dann noch nicht erreicht; lediglich Pferd 4 weist im gesamten letzten Drittel der Zeit annähernd ebenso hohe Werte auf wie zu Beginn der Untersuchung.

Bei den durchweg kleineren leichten Erythrocyten ($\bar{x}Ø1$) ist die genannte Tendenz im ganzen gesehen mindestens ebenso deutlich ausgeprägt wie bei den Messungen des nicht entmischten Blutes. Die Kurven aus den beiden Messungen laufen jedoch nicht streng parallel. Bei den Pferden 3, 4 und 5 verläuft die Abnahme der mittleren Durchmesser der leichten Erythrocyten im mittleren Drittel der Beobachtungszeit mit geringeren Schwankungen als sie an den Eryhtrocyten des Gesamtblutes festgestellt wurde.

Dicke der Erythrocyten (D)

Den 5 Pferden gemeinsam ist eine Zunahme der mittleren Dicke der Erythrocyten, die in der Mitte oder gegen Ende des mittleren Drittels der Beobachtungszeit einsetzt. Sie führt bei den Pferden 1, 3 und 5 zu höheren Werten im Vergleich zur Ausgangslage. Vor dem Zunehmen der Erythrocytendicke ist bei den Pferden 4, 5 und 6 eine sich über mehrere Untersuchungstermine erstreckende Abnahme zu erkennen.

Senkungsgeschwindigkeit der Erythrocyten (BKS)

Im ersten Drittel der Beobachtungszeit ist die im Senkungsröhrchen von den sich absetzenden Erythrocyten in 3o Minuten frei gewordene Plasmasäule bei den Pferden 1 und 4 ziemlich gleichbleibend, während sich bei den Pferden 3, 5 und 6 eine abnehmende Tendenz andeutet.
Im mittleren Drittel der Untersuchungszeit sind auch bei den Pferden 1 und 4 die Senkungswerte niedriger als vorher. Gegen Ende der Beobachtungszeit haben die Pferde 1, 3,4 und 6 niedrigere Senkungswerte als im ersten Drittel der Zeit; lediglich Pferd 5 zeigt höhere Werte als in der Anfangsperiode.

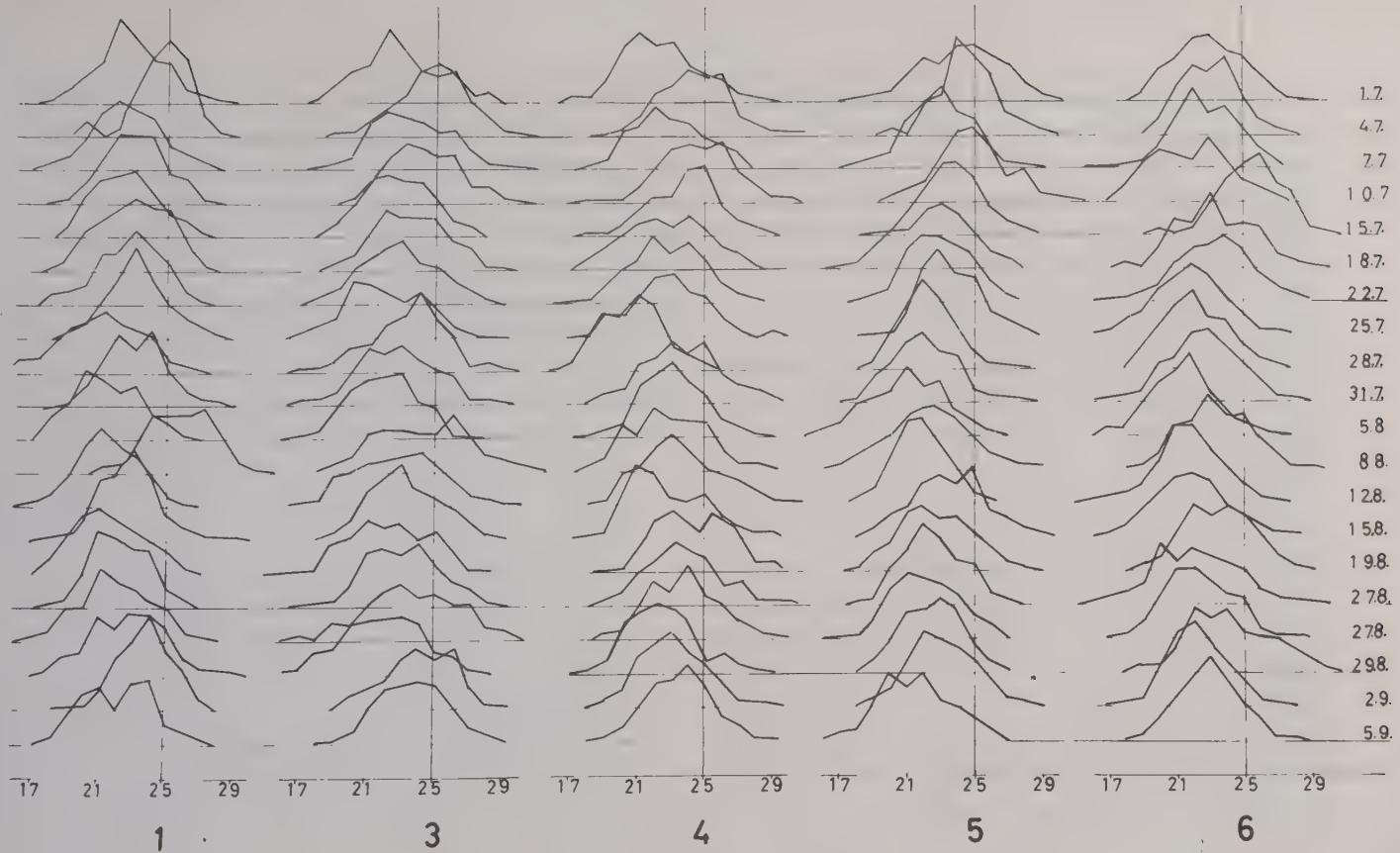


Abbildung 1: Verteilung von je 2oo Durchmessern der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Ausstrich des Gesamtblutes in der Zeitfolge.

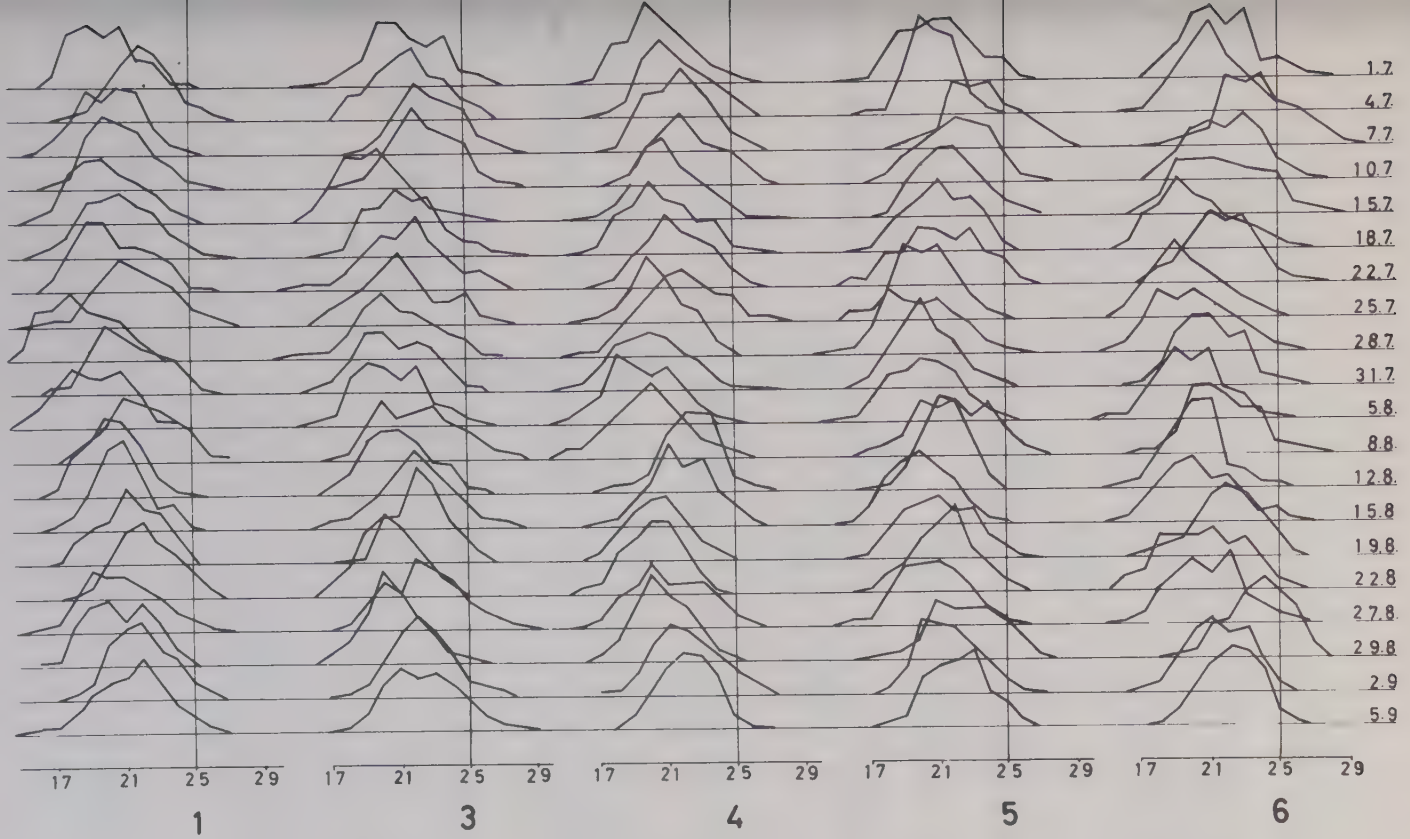


Abbildung 2: Verteilung von je 2oo Durchmessern der Erythrocyten (Price-Jones-Kurve) im Ausstrich der Fraktion leichter Erythrocyten in der Zeitfolge.

b. Price-Jones-Kurven

Die aus den Ausstrichen des Gesamtblutes und aus den Ausstrichen der Fraktion leichter Erythrocyten nach Messung der Erythrocytendurchmesser erstellten Häufigkeitsverteilungen sind in den Abbildungen 1 und 2 für jedes Pferd in der Reihenfolge der Untersuchungstage von oben nach unten dargestellt (vgl. Tabellen 18 bis 27). Die enge, sich z.T. überdeckende Abbildung der Kurven macht, ungeachtet ihrer Abweichungen im einzelnen, bei jedem Pferd über mehrere Untersuchungstage hinweg Tendenzen anschaulich.

Am auffälligsten in Abbildung 1 ist die bei den Pferden 3, 4, 5 und 6 erkennbare Tendenz zu kleineren Durchmessern, die sich bei Pferd 3 vom 4.7. bis 25.7., bei Pferd 4 vom 1o.7. bis 28.7., bei Pferd 5 vom 1o.7. bis 5.8. und bei Pferd 6 vom 15.7. bis 28.7. erstreckt. Bei Pferd 1 zeichnet sich währenddessen (7.7. bis 25.7.) schwach die gegensinnige Tendenz ab.
In der Folge sind einheitliche Tendenzen kurzfristiger und damit weniger deutlich (Pferd 1: 19.8. - 2.9.; Pferd 3: 8.8. - 19.8.; Pferde 4 und 5: 15.8. - 22.8. sowie 29.8. - 5.9.).

Die allmähliche Verschiebung der Price-Jones-Kurven in die eine oder andere Richtung wird in der Regel unterbrochen durch eine erhebliche Verschiebung in die Gegenrichtung von einem Untersuchungstag zum nächsten, von dem aus dann wiederum für einige Zeit die rückläufige Verschiebungstendenz verfolgt werden kann. Fast noch deutlicher und gleichlaufend stellen sich die Tendenzen bei den leichten Erythrocyten dar (Abbildung 2).

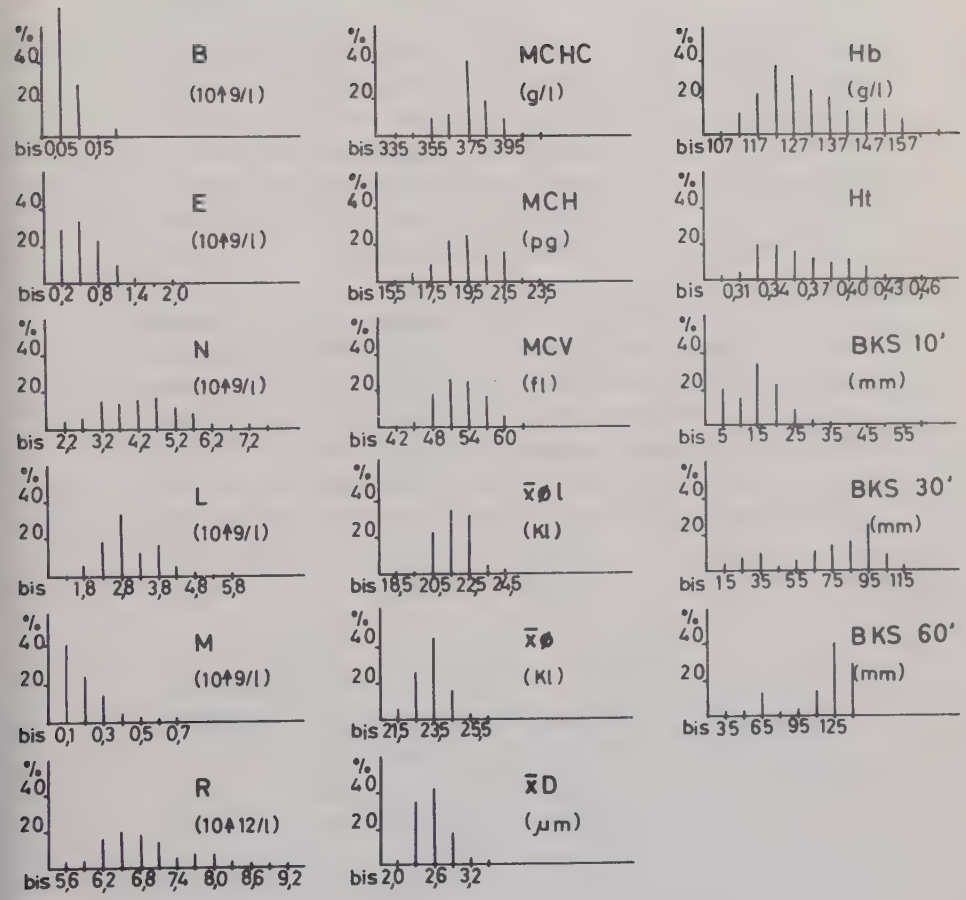


Abbildung 3: Die Werte jedes Merkmals als Häufigkeitsverteilung zusammengefaßt (Bedeutung der Abkürzungen s. Tabelle 1).

2. Darstellung der Merkmalswerte als Häufigkeitsverteilung

Dem Zweck der Arbeit entsprechend wurden die erhobenen Werte nicht nur in zeitlicher Folge betrachtet. Sie wurden für jedes Merkmal ohne Rücksicht auf den Zeitpunkt der Feststellung und das Tier, von dem sie stammten, zusammengefaßt und als Häufigkeitsverteilung dargestellt (Abbildung 3). Das arithmetische Mittel und die Standardabweichung wurden berechnet (Tabelle 2).

Die aus der Summierung der Price-Jones-Kurven aller Daten resultierenden Verteilungskurven der Erythrocytendurchmesser sind für jedes Pferd einzeln und für alle Pferde insgesamt in Abbildung 4 wiedergegeben. Die aus dem Gesamtblut stammenden Kurven sind ausgezogen, die der leichten Erythrocyten gestrichelt dargestellt. Die dazugehörigen Zahlen sind in Tabelle 28 niedergelegt.

Merkmal	$\bar{x}$	s	Maßeinheit
B	o,o34	o,o52	$1o^9/l$
E	o,447	o,325	"
N	4,16o	1,15o	"
L	2,847	o,76o	"
M	o,214	o,153	"
R	6,185	o,761	$1o^{12}/l$
Hb	129,97	12,92	g/l
Ht	o,3473	o,o372	
MCHC	371,88	13,75	g/l
MCH	19,o3	1,54	pg
MCV	5o,96	3,97	fl
$\bar{x}$Øl	4,87	o,23	/um
$\bar{x}$Ø	5,25	o,22	/um
D	2,39	o,27	/um
BKS 1o'	13,8o	8,o2	mm
BKS 3o'	69,15	25,83	mm
BKS 6o'	1o7.1o	27,84	mm

Tabelle 2: Arithmetisches Mittel ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) des Gesamtmaterials an Werten der untersuchten Merkmale (Abkürzungen und Maßeinheiten s. Tabelle 1).

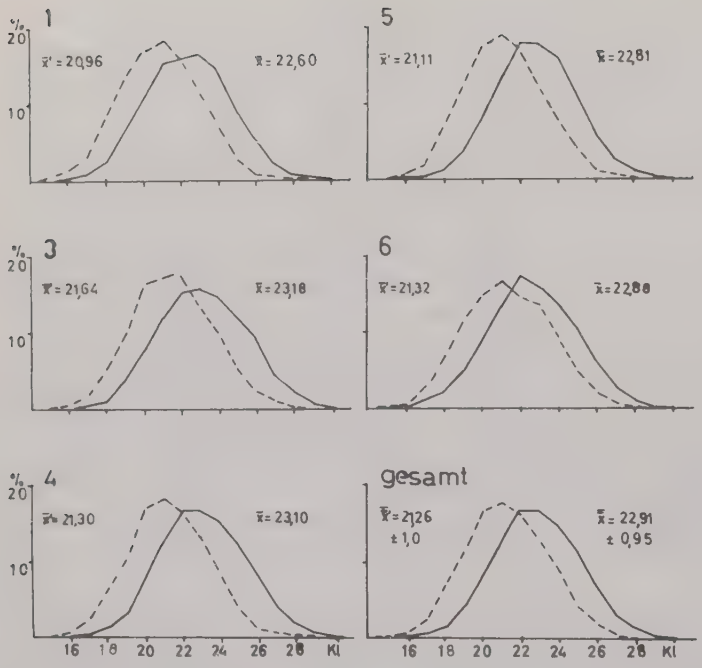


Abbildung 4: Price-Jones-Kurven der Pferde 1, 3, 4, 5 und 6 unter Zusammenfassung der Werte aller Untersuchungstage (4.000 Messungen) sowie des Gesamtmaterials (20.000 Messungen). Ausgezogene Kurven: Ausstrich des Gesamtblutes (Mittelwert $\bar{x}$); gestrichelte Kurven: Ausstrich der Fraktion leichter Erythrocyten (Mittelwert $\bar{x}'$).

Die Häufigkeitsverteilungen der Merkmalswerte werden im Abschnitt II C 4 zum Vergleich mit Literaturangaben über Normalwerte herangezogen. Abbildung 3 zeigt, daß die hier zusammengefaßten 100 Werte bei keinem Merkmal in ihren Häufigkeiten eine symmetrische Abnahme von der Maximalhäufigkeit aus zeigen, wie es für eine Normalverteilung kennzeichnend ist; es handelt sich durchweg um schiefe Verteilungen.

Demgegenüber erscheinen die summierten Price-Jones-Kurven, denen je Pferd 4ooo Messungen zugrunde liegen, symmetrischer. Der Durchmesser der leichten Erythrocyten ist im Mittel kleiner als der Durchmesser der Gesamtheit der Erythrocyten im Blut (Abbildung 4).

C. Auswertung und Besprechung

1. Besprechung der Veränderungen in der Zeitfolge.
a. Blutstatus

Überblickt man die in Abbildung 13 dargestellte chronologische Folge der Merkmalswerte, so fällt zuerst die erwähnte Zunahme der Neutrophilenwerte in der Mitte der Beobachtungszeit bei den Pferden 1, 3 und 4 ins Auge. Diese Veränderung der Neutrophilenzahl, die sich nach Abschluß der Beobachtungszeit als deutliche, 3 - 4 Wochen dauernde Phase darstellt, begann unvermutet bei gleichbleibend völlig normalem Verhalten der Tiere. Sie wurde anfangs als Zeichen einer besonderen Reaktion nicht erkannt, zumal das Ausmaß der Neutrophilie sich bei den einzelnen Pferden erst nach und nach zu unterschiedlicher Zeit herausstellte.

Da auch bei den Lymphocytenzahlen annähernd gleichzeitig eine Zunahme zu verzeichnen war, besteht kein Zweifel, daß im Verlauf der Untersuchungszeit eine besondere Reaktion von Beginn an bis zum Ausklingen erfaßt wurde.

Am 12.8.1975, d.h. nachdem die Neutrophilie bereits abgeklungen war, wurde zum erstenmal Blut für die Untersuchung des Serums auf Antikörper gegen Rhino- und Rhinopneumonitisviren abgenommen; nach Abschluß der Beobachtungszeit, am 2.2.1976, ein zweitesmal.
Das Ergebnis der Untersuchung[x)] zeigt Tabelle 3.

---

x) Herrn Dr. P. Teufel aus der Fachrichtung Mikrobiologie im Institut für Mikrobiologie, Geflügelkrankheiten, Elektronenmikroskopie und Tierhygiene des Fachbereiches Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin bin ich für die Durchführung der Untersuchung zu Dank verpflichtet.

	Rhinoviren		Rhinopneumonitisviren (Herpes equi 1)	
	12.8.75	2.2.76	12.8.75	2.2.76
Pfd. 1	1 : 64	1 : 16	1 : 8	1 : 4
Pfd. 3	<1 : 2	<1 : 2	<1 : 2	<1 : 2
Pfd. 4	<1 : 2	<1 : 2	1 : 8	1 : 4
Pfd. 5	1 : 8	1 : 4	<1 : 2	<1 : 2
Pfd. 6	<1 : 2	<1 : 2	1 : 4	<1 : 2

Tabelle 3: Antikörpertiter der untersuchten Pferde

Wegen der beschränkten Zahl von Untersuchungen können ins einzelne gehende Folgerungen aus diesem Ergebnis nicht gezogen werden. Immerhin macht die Tabelle wahrscheinlich,daß die untersuchten Pferde im Bestand der Infektion mit Rhino- und Rhinopneumonitisviren ausgesetzt waren.

Das Vorkommen von Rhinoviren im Berliner Raum wurde von TEUFEL und KELLER (1970) nachgewiesen, über Beobachtungen bei Rhinovirusinfektionen in drei Berliner Reitställen berichteten BECKER, KELLER und TEUFEL (1974). ZELLER und TEUFEL (1970) beschrieben die respiratorische Form der Rhinopneumonitis bei erwachsenen Pferden, KELLER (1974) bei jungen Trabern. Für beide Infektionen wird darauf hingewiesen,daß sie bei erwachsenen Pferden nicht selten klinisch symptomlos verlaufen (ZELLER und TEUFEL, 1970; BECKER, KELLER und TEUFEL, 1974; KELLER, 1974; BURROWS, 1969; MAYR, 1969). Die Möglichkeit einer im Untersuchungszeitraum subklinisch abgelaufenen Infektion dieser Art ist gegeben.

Die Gemeinsamkeiten der Veränderungen von Neutrophilen- und Lymphocytenzahlen in der Mitte der Beobachtungszeit, die in den Befunden der Pferde 5 und 6 ebenfalls zu erkennen ist, läßt auf den ziemlich gleichzeitigen Ablauf einer Reaktion schließen mit der im Zusammenhang auch die übrigen hämatologischen Befunde zu werten sind.

So ist unverkennbar, daß die Erythrocytenzahl zu dieser Zeit bei allen Pferden zunimmt, wobei mehr oder weniger deutlich Phasen unterschieden werden können. Bei allen Pferden ist das mittlere Erythrocytenvolumen am Ende der Untersuchungszeit größer als während der Periode der Neutrophilie und Lymphocytose. Die gleiche Feststellung läßt sich für die Dicke der Erythrocyten treffen. Außer bei Pferd 5 wird die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen im Verlauf der Reaktion geringer.

An dieser Stelle soll auf die Auswirkungen der Reaktion auf die verschiedenen gemessenen Merkmale nicht im einzelnen eingegangen werden, da eine genaue Untersuchung dem Kapitel "Korrelationen" (II C 2) vorbehalten ist.

b. Price-Jones-Kurven

Die Häufigkeitsverteilungen der Erythrocytendurchmesser (Abbildung 1) erstrecken sich über eine Variationsbreite von etwa 3,7 µm. Symmetrische Verteilungen sind selten, ein Gipfel (Maximum) ist jedoch meist ausgeprägt; häufig noch ein Nebengipfel, der dann in der Regel nahe dem Maximum liegt.

In einer Häufigkeitsverteilung, die auf 2oo Werten beruht, kann Zufälligkeit das Bild noch relativ stark beeinflussen. Geht man davon aus, die Unterschiede der einzelnen Verteilungen als das Ergebnis von Zufallsabweichungen einer in Bezug auf den Zelldurchmesser einheitlichen Erythrocytenpopulation anzusehen, so wird man durch Zusammenwerfen des Materials zu einer Stichprobe von 2o x 2oo je Pferd eine typische Price-Jones-Kurve erwarten.
Abbildung 4 zeigt die entsprechenden Verteilungen für die einzelnen Pferde und die Price-Jones-Kurve des Gesamtmaterials, die mithin auf 2o.ooo Messungen beruht. Diese Kurven sind sämtlich eingipflig, annähernd symmetrisch und einer Normalverteilung in soweit ähnlic

Die Prüfung, ob die Price-Jones-Kurven als Zufallsabweichungen von Normalverteilungen mit entsprechenden Parametern gelten können, hatte folgendes Ergebnis:

	Gesamtblut		leichte Fraktion	
	χ^2	p<	χ^2	p<
1	59,34	o,ool	12,17	o,3
3	42,36	o,ool	38.83	o,ool
4	26,25	o,ol	19,14	o,1
5	111,oo	o,ool	25,61	o,ol
6	18,38	o,1	44,92	o,ool

Überwiegend besteht also ein signifikanter Unterschied zwischen Price-Jones-Kurve und Normalverteilung. Es ist demnach nicht anzunehmen, daß die Erythrocyten im Blut eines Pferdes Zellen einer Population darstellen, die durch einen einheitlichen, nur nach dem Zufall variablen Durchmesser gekennzeichnet sind.

Sicher ist, daß bei den Erythrocyten der leichten Fraktion im ganzen kleinere Durchmesser gemessen wurden, als bei den Erythrocyten im Gesamtblut.

In der Präparation der gemessenen Objekte bestehen Unterschiede insofern, als die leichten Erythrocyten vor dem Ausstreichen das Zentrifugieren zu überstehen hatten und danach einige Minuten lang im Hämatokritröhrchen die Lagerung innerhalb einer Leukocytenkonzentration (buffy-coat). Die Stoffwechselaktivität dieser Zellen könnte sich vielleicht auf das Milieu der Erythrocyten ausgewirkt und möglicherweise zu osmotisch bedingten Formveränderungen geführt haben. Wahrscheinlich ist dies nicht, schon wegen der Kürze der Zeit. In der Literatur ließen sich keine Hinweise auf einen solchen Vorgang finden. Beim Hund wurden nach dem gleichen Verfahren in der leichten Fraktion im Mittel Erythrocyten mit größerem Durchmesser als im Gesamtblut gefunden (ZESSIN, 1976). Es wird deshalb angenommen, daß der Befund nicht als Artefakt zustande kommt.

Das geringe spezifische Gewicht der Erythrocyten in der oberen Zellschicht des Hämatokrit ist durch eine relativ niedrige Hämoglobinkonzentration in den Zellen bedingt. Da Erythrocyten nach dem Eintritt in die Blutbahn noch einige Tage lang Hämoglobin synthetisieren, ist anzunehmen, daß die leichte Erythrocytenfraktion überwiegend aus jungen Erythrocyten besteht.
Demnach hätten die jungen Erythrocyten bei den untersuchten Pferden durchschnittlich etwas kleinere Durchmesser als die reifen, welche die Masse der Erythrocyten im Blut ausmachen.

Der Unterschied beträgt im Mittel o,38 /um.

Die Variationsbreite der leichten Erythrocyten (3,4 - 6,6, /um) ist nicht wesentlich geringer als die der Erythrocyten im Gesamtblut (3,4 - 7,1 /um); der Unterschied macht o,37/um aus. Wird akzeptiert, daß die Erythrocyten im Gesamtblut in Bezug auf den Zelldurchmesser keine einheitliche Population sind, so läßt sich aus dem Vergleich der Variationsbreiten folgern, daß die Feststellung kleinerer Durchmesser bei jungen Erythrocyten für alle vorhandenen Populationen gilt. Vermutlich geht die Reifung der Erythrocyten, während ihr Hämoglobingehalt zunimmt, mit einer am Durchmesser erkennbaren Vergrößerung der Zellen einher.

In der Darstellung des Wandels der Price-Jones-Kurven der einzelnen Pferde im Zeitablauf (Abbildungen 1 und 2) zeigen sich die Tendenzen, die bereits die Mittelwerte der Durchmesser (Abbildung 3) erkennen lassen, deutlich. Die Veränderungen spiegeln einen gewissen Rhythmuswider, der darin besteht, daß nach längerdauernden Phasen, in denen eine allmähliche Verlagerung der Kurven zu den kleineren Durchmessern hin stattfindet, plötzlich eine Versetzung der Kurve nach rechts, zu den größeren Durchmessern hin, erfolgt, von der aus dann wiederum die Tendenz zu kleineren Durchmessern ihren Ausgang nimmt. Die Zeit, die zwischen den"Sprüngen nach rechts" vergeht, ist unterschiedlich (Pferd 1: 8 Tage; Pferd 3: 24, 11 und 15 Tage; Pferd 4: 6, 21 und 19 Tage; Pferd 5: 29 Tage; Pferd 6: 24, 11 und 1o Tage).

Hier deuten sich offenbar Verschiebungen in der Zusammensetzung des Erythrocytenbestandes im Blut an (Blutmauserung?), über die beim Pferd nach der zur Verfügung stehenden Literatur bisher nichts bekannt ist.

2. Korrelationen

Um Abhängigkeiten,die sich bei der Verfolgung der Veränderungen in den Werten der Merkmale im Zeitablauf z.T. andeuten, möglicherweise auch unvermutet bestehen, systematisch nachzugehen, wurde nach statistisch signifikanten Korrelationen gesucht. Die Prüfung auf Korrelationen wurde nach drei verschiedenen Ansätzen durchgeführt.

a. Erstes Verfahren:
Jedes Merkmal wurde paarweise mit allen anderen daraufhin untersucht, ob bei beiden im gleichen Zeitabschnitt eine Zunahme (+) oder eine Abnahme (-) zu verzeichnen war, ohne daß dabei zunächst das Ausmaß der Veränderung (die Größe der Differenz aufeinanderfolgender Merkmalswerte) berücksichtigt wurde. Außer Betracht blieben Wertepaare, bei denen einer der Merkmalswerte oder beide gegenüber dem zeitlich davor liegenden Merkmalswert unverändert waren (=).

Im einzelnen wurde folgendermaßen vorgegangen:
Die Merkmale wurden mit Buchstaben bezeichnet (a bis n), die Termine mit Ziffern (1 bis 20). Für jedes Pferd wurde ein Blatt angelegt (als Beispiel s. Tabelle 4), in dem oben horizontal die Untersuchungstermine, beginnend mit dem 2., angegeben waren und vorn senkrecht untereinander die Merkmale a bis n. Nun wurde durch das entsprechende Zeichen (+, -, =) für jeden Termin eingetragen, ob gegenüber dem Termin davor der Merkmalswert zu-oder abgenommen hatte, bzw. gleichgeblieben war. Mittels einer entsprechend zugeschnittenen Maske wurde anschliessend für jede der 78 möglichen Kombinationen von je zwei Merkmalen geprüft, wie oft das Zusammentreffen von ++, --, +- oder -+ im Zeitablauf zu beobachten war.

Die Ergebnisse wurden listenmäßig erfaßt und die sich für die einzelnen Kombinationen ergebenden Häufigkeiten der 5 Pferde addiert. Daraus ließ sich für jedes Merkmal die Rangfolge der mit ihm kombinierten 12 anderen Merkmale nach der Häufigkeit gleichsinniger Tendenzen (++, --) bestimmen. Wegen der ungleichmäßig häufigen Ausfälle durch Nichtveränderung eines Kombinanten (=) waren die Häufigkeiten prozentual, bezogen auf die registrierten Fälle zu berechnen (Tabelle 5).

Pferd 3

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	a	-	+	-	=	=	=	=	+	+	-	=	=	-	+	+	-	=	=	=
E	b	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-
N	c	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+
L	d	-	-	-	=	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+
M	e	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+
x̄Ø1	f	-	+	-	-	+	-	-	=	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+
x̄Ø	g	-	+	-	-	+	-	-	=	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+
x̄ D	h	-	+	-	+	-	+	=	-	+	-	=	+	-	+	+	-	+	-	+
MCHC	i	+	-	+	-	-	-	+	=	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+
MCH	k	+	-	+	-	-	+	-	=	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-
MCV	l	=	+	-	=	-	+	+	=	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-
R	m	+	-	-	-	+	-	=	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	=
BKS	n	-	+	-	-	-	+	=	+	-	+	-	=	=	-	+	-	+	-	-

	+-+- +--+		+-+- +--+		+-+- +--+		+-+- +--+		+-+- +--+		+-+- +--+		+-+- +--+		+-+- +--+	
ab	2233	ac	2233	ad	2431	ae	2233	af	2322	ag	2322	ah	4510	ai	2124			
bc	3367	bd	3564	be	6534	bf	2466	bg	2466	bh	4355	bi	5634	bk	5634			
cd	5742	ce	4455	cf	5553	cg	5553	ch	5434	ci	4365	ck	3275	cl	3454			
de	5625	df	4724	dg	4724	dh	3535	di	1358	dk	2447	dl	2545	dm	4723			
ef	6732	eg	6732	eh	3266	ei	5544	ek	7722	el	4534	em	3464	en	2284			
fg	8100	fh	3346	fi	3456	fk	4545	fl	4543	fm	2554	fn	1463					
gh	3364	gi	3456	gk	4545	gl	4543	gm	2554	gn	1464							
hi	4654	hk	4354	hl	4442	hm	2365	hn	4542									
ik	6633	il	3454	im	2554	in	1464											
kl	6721	km	1285	kn	1374													
lm	0275	ln	2443															
mn	4722																	

	+-+- +--+		+-+- +--+		+-+- +--+		+-+- +--+
ak	1233	al	1223	am	2321	an	3321
bl	2455	bm	5642	bn	4642		
cm	4643	cn	3543				
dn	3643						

Tabelle 4: Beispiel zur Untersuchung auf Abhängigkeit nach dem ersten Verfahren (Erläuterungen s. Text).

B	(a)	g	e	f	h	n	c	m	i	b	d	k	l
		62	61	58	58	53	52	52	51	5o	42	4o	39
E	(b)	m	i	e	g	f	c	a	k	d	n	h	l
		65	6o	58	56	53	51	5o	5o	49	46	38	38
N	(c)	e	m	a	b	g	h	f	d	i	n	k	l
		67	58	52	51	51	51	49	47	47	42	41	41
L	(d)	m	f	g	h	b	c	l	e	k	n	a	i
		58	54	51	51	49	47	47	46	44	44	42	41
M	(e)	c	a	k	b	m	i	f	l	g	d	h	n
		67	61	6o	58	57	53	49	49	47	46	46	44
x̄Øl	(f)	g	a	d	b	k	i	c	e	l	m	h	n
		8o	58	54	53	52	51	49	49	49	47	38	36
x̄Ø	(g)	f	a	b	k	m	c	d	l	i	e	n	h
		8o	62	56	52	52	51	51	51	48	47	39	19
x̄D	(h)	l	k	n	a	c	d	e	i	b	f	m	g
		69	6o	6o	58	51	51	46	45	38	38	3o	19
MCHC	(i)	k	b	e	m	a	f	g	c	h	l	n	d
		68	6o	53	52	51	51	48	47	45	43	43	41
MCH	(k)	l	i	e	h	f	g	b	n	d	c	a	m
		79	68	6o	6o	52	52	5o	46	44	41	4o	29
MCV	(l)	k	h	g	e	f	n	d	i	c	a	b	m
		79	69	51	49	49	49	47	43	41	39	38	2o
R	(m)	b	c	d	e	a	g	i	n	f	h	k	l
		65	58	58	57	52	52	52	49	47	3o	29	2o
BKS	(n)	h	a	l	m	b	k	d	e	i	c	g	f
		6o	53	49	49	46	46	44	44	43	42	39	36

Tabelle 5: Häufigkeit gleichsinniger Tendenzen je zweier Merkmale für alle Pferde zusammengefaßt (nähere Erläuterungen s. Text.)

Für alle Kombinationen, bei denen 6o% oder mehr gleichsinnige Veränderungen registriert waren und für diejenigen mit 4o% oder weniger (entsprechend 6o% oder mehr gegensätzliche Veränderungen) wurde die Abhängigkeit im 4-Felder-Test über χ^2 geprüft.

Als statistisch signifikant ergaben sich die Korrelationen:

			χ^2	
$\bar{x}$Ø	- $\bar{x}$D	negativ	32,95	$p < o,oo1$
$\bar{x}$Ø1	- $\bar{x}$Ø	positiv	31,95	$p < o,oo1$
MCV	- R	negativ	27,81	$p < o,oo1$
MCH	- MCV	positiv	26,44	$p < o,oo1$
MCH	- R	negativ	16,17	$p < o,oo1$
$\bar{x}$D	- R	negativ	13.o3	$p < o,oo1$
MCHC	- MCH	positiv	11,o4	$p < o,oo1$
$\bar{x}$D	- MCV	positiv	1o,66	$p < o,o1$
N	- M	positiv	7,57	$p < o,o1$
E	- R	positiv	7,15	$p < o,o1$
$\bar{x}$Ø1	- BKS	negativ	6,48	$p < o,o1$
E	- $\bar{x}$D	negativ	4,52	$p < o,o5$
$\bar{x}$Ø1	- $\bar{x}$D	negativ	4,44	$p < o,o5$
$\bar{x}$Ø	- BKS	negativ	4,37	$p < o,o5$
MCH	- $\bar{x}$D	positiv	3,96	$p < o,o5$

Tabelle 6: Gesicherte Korrelationen nach dem ersten Verfahren (Erläuterungen s. Text).

b. Zweites Verfahren

Bei dem geschilderten Verfahren der Prüfung auf Abhängigkeit in den Tendenzänderungen der Merkmalswerte zwischen zeitlich aufeinanderfolgenden Untersuchungsterminen wurde die Quantität der Veränderung nicht berücksichtigt. Damit wurden nur die kurzfristigen Tendenzänderungen der Merkmalswerte auf Abhängigkeit geprüft. Langfristig, d.h. über mehrere Untersuchungstermine sich erstreckende Tendenzen, die nicht zugleich auch kurzfristig korreliert sind, werden nicht erfaßt. Das Schema eines extremen Beispiels zeigt Abbildung 5:

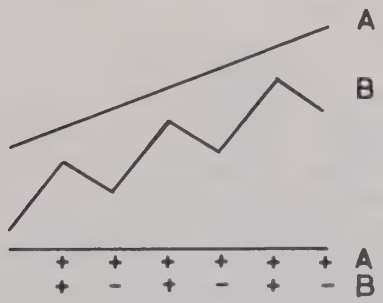


Abbildung 5: Schema einer gleichsinnigen Abhängigkeit, die nach dem ersten Verfahren nicht erfaßt wird.

Mit dem Ziel, die Veränderungen in größeren Zeitabständen systematisch zu erfassen, wurden 26 ausgewählte Merkmalspaare daraufhin untersucht, wie oft sie gemeinsam ober- bzw. unterhalb des individuellen Mittelwertes lagen, der als arithmetisches Mittel aus den 20 in der Beobachtungszeit erhobenen Daten jedes Merkmals berechnet war. So wurde auch der Quantität der Veränderung pauschal Rechnung getragen. Es wurde ebenfalls der Vierfeldertest angewandt und χ^2 berechnet. Das Ergebnis zeigt Tabelle 7.

A		B	C	D
R	- $\bar{x}\emptyset$	o	1,76	
R	- $\bar{x}\emptyset 1$	-	6,11	o,o25
R	- D	-	16,49	o,oo1
R	- MCH	-	25,oo	o,oo1
R	- MCV	-	58,91	o,oo1
R	- MCHC	o	o,44	
MCV	- MCH	+	33,94	o,oo1
MCV	- MCHC	o	o,16	
MCV	- $\bar{x}\emptyset$	o	o,89	
MCV	- $\bar{x}\emptyset 1$	+	6,54	o,o5
MCV	- D	+	12,49	o,oo1
MCHC	- $\bar{x}\emptyset$	o	1,39	
MCHC	- D	o	1,o9	
MCHC	- MCH	+	21,44	o,oo1
$\bar{x}\emptyset$	- D	-	35,38	o,oo1
$\bar{x}\emptyset$	- $\bar{x}\emptyset 1$	+	7,51	o,o1
R	- N	+	9,o7	o,o1
N	- L	+	8,o4	o,o1
BKS	- $\bar{x}\emptyset$	o	o,29	
BKS	- D	o	1,57	
BKS	- MCV	o	1,45	
BKS	- MCH	o	1,86	
BKS	- MCHC	o	o,56	
BKS	- R	o	o,o46	
BKS	- N	o	o,o37	
BKS	- L	o	o,oo9	

Tabelle 7: Prüfung auf Abhängigkeit nach dem zweiten Verfahren. A: Merkmalskombination; B: gleichsinnige (+), gegensinnige (-), keine gesicherte Korrelation (o); C: χ^2; D: Überschreitungswahrscheinlichkeit ($p <$).

C. Drittes Verfahren

In einem dritten Verfahren wurden einige Merkmalspaare auf Abhängigkeiten geprüft, indem ihre Zahlenwerte ohne Zeitbezug graphisch gegeneinander aufgetragen wurden. Bei der weiteren Bearbeitung wurde der Vierfeldertest angewandt, oder, soweit eine annähernd lineare Abhängigkeit ersichtlich war, Korrelationskoeffizient und Regressionsgerade berechnet.

Im einzelnen:

R	- Hb	(r = + o,69)	(Abb. 6)
R	- Ht	(r = + o,71)	(Abb. 6)
Hb	- Ht	(r = + o,93)	(Abb. 6)
$\bar{x}$Ø	- $\bar{x}$D	(r = - o,69)	(Abb. 7)
MCV	- MCH	(r = + o,89)	(Abb. 8)
R	- BKS 3o'	($p < o,o1$)	(Abb. 9)
MCHC	- MCH	(keine Abhängigkeit)	
MCHC	- Ht	(keine Abhängigkeit)	
MCHC	- R	(keine Abhängigkeit)	
MCHC	- MCV	(keine Abhängigkeit)	

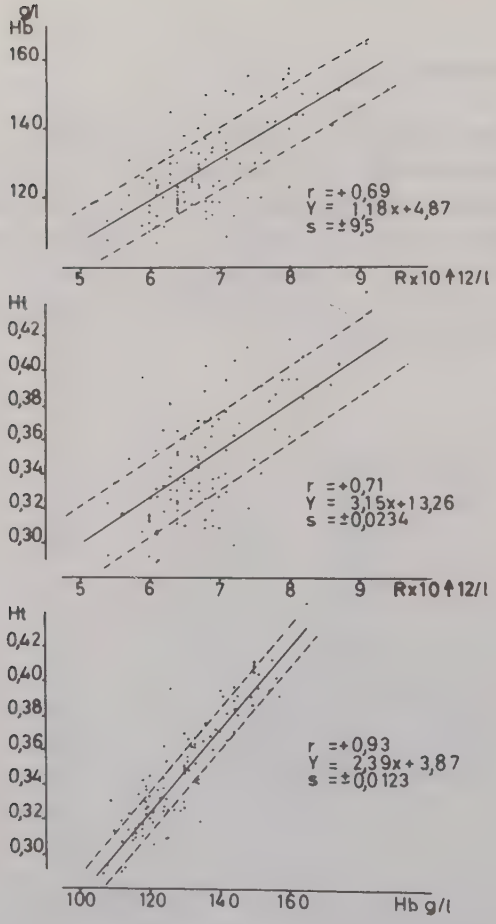


Abbildung 6: Beziehung zwischen der Zahl der Erythrocyten, den Hämoglobin- und Hämatokritwerten

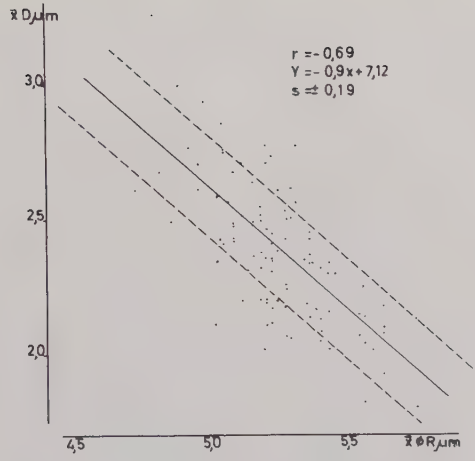


Abbildung 7: Beziehung zwischen mittlerem Durchmesser und mittlerer Dicke der Erythrocyten

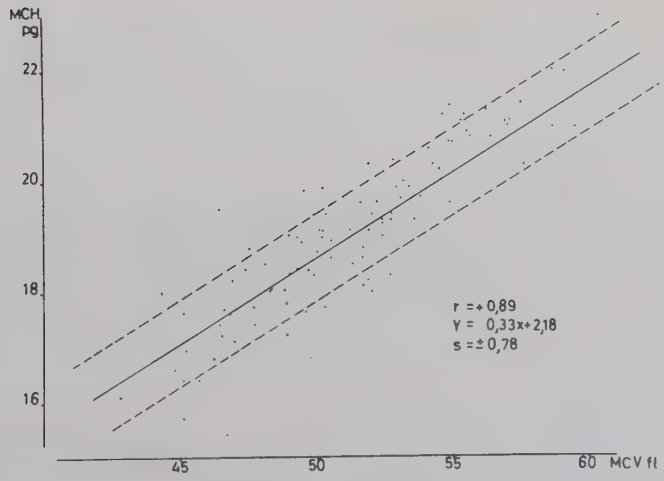


Abbildung 8: Beziehung zwischen mittlerem Eryhtrocytenvolumen und mittlerem Hämoglobingehalt der Erythrocyten

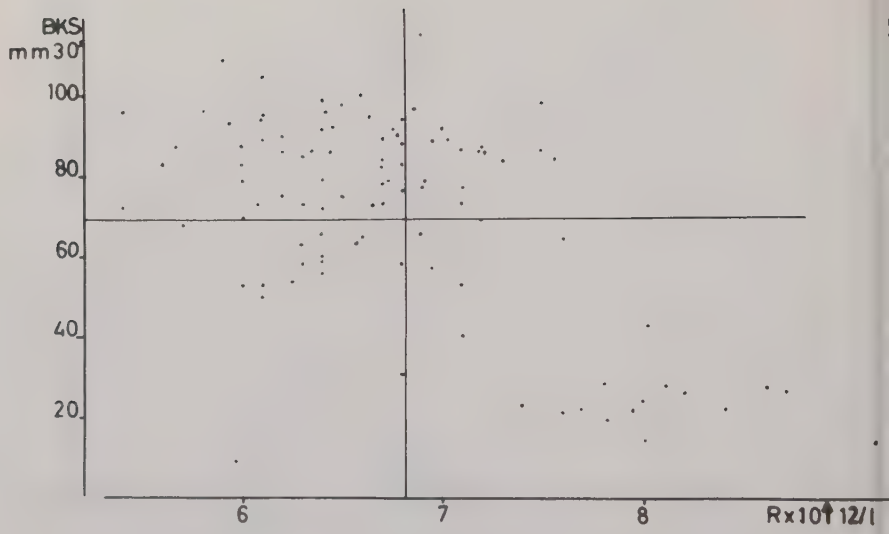


Abbildung 9: Beziehung zwischen der Erythrocytenzahl und der Senkung der Erythrocyten nach 3o Minuten (Westergren).

A			B	C
R	-	D	-	1,2
R	-	MCH	-	1,2
R	-	MCV	-	1,2
R	-	$\bar{x}$Ø/1	-	2
R	-	N	+	2
R	-	E	+	1
R	-	Hb	+	3
R	-	Ht	+	3
R	-	BKS	-	3
MCV	-	MCH	+	1,2,3
MCV	-	D	+	1,2
MCV	-	$\bar{x}$Ø1	+	2
MCH	-	MCHC	+	1,2
$\bar{x}$Ø	-	D	-	1,2,3
$\bar{x}$Ø	-	$\bar{x}$Ø1	+	1,2
$\bar{x}$Ø	-	BKS	-	1
$\bar{x}$Ø1	-	BKS	-	1
$\bar{x}$Ø1	-	D	-	1
D	-	E	-	1
D	-	MCH	+	1
N	-	M	+	1
N	-	L	+	2

Tabelle 8: Übersicht über die gesicherten Korrelationen. A: Merkmalskombination; B: gleich (+)- oder gegensinnige (-) Korrelation; C: angewandtes Verfahren.

d. Besprechung der Korrelationen

In Tabelle 8 sind die Korrelationen, für die sich eine Signifikanz von mindestens p = o,o5 ergab, zusammengestellt; durch + oder - ist die Richtung der Korrelation als gleich- oder gegensinnig gekennzeichnet; daneben ist das angewandte Verfahren angegeben (1,2,3). Die Korrelationen besagen, daß häufiger als nach dem Zufall zu erwarten, eine gleich- oder gegensinnige Beziehung der Werte zweier Merkmale festgestellt worden ist. Für die Beurteilung der Ergebnisse kommt es darauf an, nach welchem Verfahren auf Abhängigkeit geprüft wurde.

Im ersten Verfahren wurde lediglich die Richtung der Veränderung verwendet; von Differenzen im Bereich des Meßfehlers bis zu den größten beobachteten wurden alle Differenzen zeitlich benachbarter Werte ("kurzfristige Tendenzen") gleichwertig behandelt.
Abhängigkeiten, die sich dabei ergaben, sind nur qualitativ. Eine in Tendenzänderungen erkennbare Abhängigkeit zwischen Merkmalen verschiedener Zellsysteme spricht dafür, daß sie Ausdruck synchroner Regulation ist. Innerhalb eines Zellsystems, wie hier im Erythrocytensystem, zeigt die synchrone Abhängigkeit verschiedener Merkmale an, daß die Zellen sich, bestimmten Regeln folgend, verändern.

Im zweiten Verfahren kommt es auf die Lage der Werte zum individuellen Mittelwert an. Es wird nur entschieden, ob ein Wert in der Beobachtungszeit bei dem betreffenden Tier hoch oder niedrig war; geringe Unterschiede zum Mittelwert gelten ebenso wie große.

Reaktionen die sich über längere Zeit erstrecken als die kurzfristigen Tendenzen, können so erfaßt werden. Durch die Wahl des individuellen Mittels als Bezugsgröße bleiben Unterschiede in der Reaktionslage der einzelnen Tiere außer Betracht; Die Tiere werden vergleichbar. Innerhalb

der Abhängigkeit dieser Art müssen Abhängigkeiten der ersten Art nicht erfüllt sein (Abbildung 5).

Im dritten Verfahren gilt nur der Wert an sich. Außer der Gleichzeitigkeit der Messung jedes Wertpaares gibt es keinen Zeitbezug. Mit gleichem Anteil an Werten bringt jedes Tier seine eigene Reaktionslage mit ein.
Der Literatur nach sind die Korrelationen hämatolgischer Merkmale beim Pferd meist auf diese Art geprüft worden. Das Verfahren erfaßt die Abhängigkeiten quantitativ. Die Feststellung einer Korrelation beweist keinen kausalen Zusammenhang, sie sagt nur über die Gleichzeitigkeit von Befunden etwas aus. Erst durch biologisch fundierte Deutung kann aus vorliegenden Korrelationen auf einen kausalen Zusammenhang geschlossen werden. Grundlage ist dabei die Tatsache, daß ein lebender Organismus als Gesamtheit reagiert. Dabei spielen die Zellsysteme in der ihnen eigenen Weise zusammen.

Ein klassisches Beispiel für Korrelationen, die das Individuum betreffen und in denen der Zeitablauf berücksichtigt wird, ist die "biologische Leukocytenkurve" nach SCHILLING (1952). Sie besagt, daß die Leukocytenreaktion mit einem Anstieg der Neutrophilenzahl bei abfallenden Eosinophilenwerten beginnt ("Kampfphase"), an die sich eine durch Abnahme der Neutrophilen- und Zunahme der Monocytenzahl gekennzeichnete "monocytäre Abwehrphase" anschließt ("Krisis"). Danach setzt mit der "eosionophilen Heilphase", während der die Zahl der Eosinophilen und der Lymphocyten im Blut zunimmt, der Abschluß der Reaktion ein.

Die prinzipielle Gültigkeit der Reaktion bei Mensch und Tier ist vielfach bestätigt worden. Im einzelnen kommen Abweichungen vor. So wurde später die initiale Abnahme der Zahl sämtlicher Leukocytentypen bei Virusinfektionen bekannt; abweichende Bilder können auch durch die Überlagerung von Reaktionen entstehen, z.B., wenn sich eine akute Reaktion aus einer

vorher bestehenden chronischen heraus entwickelt.

Im vorliegenden Fall lag aus klinischer Sicht kein Grund vor, den Ablauf einer "biologischen Leukocytenkurve" in der Beobachtungszeit zu vermuten. Beim Fehlen jeglicher Krankheitssymptome deckte erst das Blutbild den bei ihnen annähernd gleichzeitigen Anstieg der Neutrophilenzahl auf. Es läßt keinen Zweifel daran, daß hier eine, der hämatologischen Erfahrung nach leichte Neutrophilenreaktion vorliegt, die wohl nur im Sinne einer "Kampfphase" gedeutet werden kann.
Das Verhalten der anderen Zellsysteme läßt sich dem Schema der SCHILLINGschen Leukocytenkurve jedoch nicht einordnen. Eine Mitreaktion der Lymphocyten ist zwar unverkennbar und kommt, bei Bezug auf den Mittelwert, in der gleichsinnigen Korrelation zwischen Neutrophilen- und Lymphocytenwerten zum Ausdruck; sie sollte jedoch der biologischen Leukocytenkurve nach erst im Anschluß an die Neutrophilenreaktion in Gang kommen.

Für das Eosinophilensystem ließ sich mit den angewandten Verfahren keine Korrelation mit den anderen Leukocytensystemen finden. Damit sind Abhängigkeiten nicht generell ausgeschlossen. Eine gewisse Parallelität der Kurven von Eosinophilenzahl und Neutrophilenzahl (Abbildung 13) deutet sich bei allen Pferden, vor allem in der Abnahme der Werte gegen Ende der Untersuchungszeit an. Auf Pferd 1 allein angewandt, ergibt das zweite Verfahren eine positive Korrelation zwischen den Eosinophilen und den Neutrophilen ($p < 0{,}01$). Im Sinne der biologischen Leukocytenkurve lassen sich die Veränderungen der Eosinophilenzahl jedoch nicht auslegen.

Eine"monocytäre Abwehrphase" ist häufig auch dann nur undeutlich ausgeprägt, wenn im übrigen die biologische

Leukocytenkurve der Regel nach abläuft. Zum Teil liegt dies vermutlich an der Zufallsstreuung, die bei kleinen Prozentzahlen relativ groß ist.

Die positive Korrelation, die bei Prüfung nach dem ersten Verfahren zwischen dem Auf und Ab der Monocyten- und Neutrophilenwerte gefunden wurde, ist wohl nicht von der biologischen Leukocytenkurve her zu interpretieren; jedenfalls ist sie unabhängig von dem Anstieg der Neutrophilenzahl in der Mitte der Beobachtungszeit zu beobachten. Diese Korrelation könnte durch eine Art Parallelschaltung beider Zellsysteme beim Ersatz ihrer Zellen zustande kommmen. Aus cytochemischen Gründen wird eine Verwandtschaft zwischen Monocyten und Neutrophilen diskutiert (HECKNER, 1969).

Bei den kurzfristigen Tendenzen wurde eine positive Korrelation zwischen den Veränderungen der Eosinophilenwerte und der Erythrocytenzahl gefunden. Sie weist ebenfalls auf synchrone Regulation hin.
Hier ist auch die negative Korrelation E-D einzuordnen, die sicherlich keinen kausalen Zusammenhang anzeigt, sondern durch die negative Korrelation R-D bedingt ist.

Wenn der Vergleich mit der biologischen Leukocytenkurve auch keine Obereinstimmung ergibt, so ist der Ablauf einer besonderen Reaktion in der Mitte der Beobachtungszeit dennoch sicher. Die Ursache der besonderen Reaktion kann nur vermutet werden. Es dürfte sich um eine banale, ganz leicht verlaufende Virusinfektion gehandelt haben. Vergleichbare Untersuchungen über die hämatologischen Begleiterscheinungen einer derartigen, klinisch völlig unauffälligen Infektion, ließen sich nicht finden. So kann die Abweichung in der Reaktion der Leukocytensystemevon der für klinisch deutliche Infekte gültigen biologischen Leukocytenkurve nur als Feststellung hingenommen werden.

Die gleichsinnige Korrelation, die im zweiten Verfahren zwischen den Werten der Neutrophilen und der Erythrocyten gefunden wurde, läßt vermuten, daß der Anlaß für die Neutrophilenreaktion auch eine Wirkung auf das Erythrocytensystem gehabt hat.

Im physiologischen Gleichgewicht, bei dem mit wesentlichen Verschiebungen des Blutplasmaanteils nicht zu rechnen ist, läßt die Zunahme der Erythrocytenzahl im Blut darauf schließen, daß rote Blutkörperchen neu in den Kreislauf einschleust wurden. Veränderungen bei den erythrocytären Merkmalswerten, die mit zunehmender Erythrocytenzahl einhergehen, gestatten die Annahme, daß es hauptsächlich die Eigenschaften der neu ins Blut gekommenen Erythrocyten sind, welche die Veränderung bewirkt haben.

Aus den festgestellten Korrelationen geht hervor:
Nimmt die Erythrocytenzahl im Blut zu, so sinken in der Regel MCV, MCH und D. Die negative Korrelation R - MCV wurde auch von HOLMAN (1952), HAGEDORN (1974) und GUTSCHOW (1975) festgestellt. Demnach sind die neu ins Blut kommenden Erythrocyten überwiegend dünne, im Volumen kleine Zellen, die einen vergleichsweise geringen Hämoglobingehalt besitzen. Eine Abhängigkeit der Erythrocytenzahl von der mittleren Farbkonzentration der Erythrocyten (MCHC) ließ sich mit keinem der drei angewandten Verfahren nachweisen. Auch GUTSCHOW (1975) fand keine Korrelation zwischen den beiden Merkmalen.

Eine Korrelation zwischen den kurzfristigen Tendenzen der Erythrocytenzahl und denen des mittleren Erythrocytendurchmessers ergab sich nicht. Demnach können die neu ins Blut gelangenden Zellen, bei überwiegend kleinem Volumen und geringer Dicke, im Vergleich zu den im Blut bereits vorhandenen Erythrocyten sowohl große als auch kleine Durchmesser haben. Die andere theoretische Möglichkeit, daß nämlich das Fehlen der Korrelation $\bar{x}Ø$ - R zustande kommt, weil der Erythrocytendurchmesser über die Zeit im

wesentlichen gleich bleibt, scheidet angesichts der in Abbildung 13 erkennbaren Schwankungen aus.
Diese Schwankungen sind nicht zufällig; das geht aus der engen Korrelation mit den zugeordneten Werten der leichten Erythrocyten hervor: Es sind zwei verschiedene Präparationen aus der gleichen Blutprobe, die die gleichlaufenden Tendenzen erkennen lassen.
Als weitere Korrelationen wurden gleichsinnige Beziehungen zwischen dem Hämoglobingehalt der Erythrocyten einerseits und andererseits dem mittleren Erythrocytenvolumen, der Farbkonzentration der Erythrocyten und der Erythrocytendicke gefunden.
HAGEDORN (1974) hat die Korrelation zwischen mittlerem Erythrocytenvolumen und mittlerem Hämoglobingehalt an Blutstaten von 1oo Pferden nachgewiesen, welche sich im vorliegenden Material auch zeigen läßt (Abbildung 8).
Die Korrelation besagt, daß große Erythrocyten in der Regel viel, kleine wenig Hämoglobin enthalten. Sie ist annähernd linear, jedoch nicht so eng, daß nicht ein erheblicher Spielraum für die Hämoglobinkonzentration bliebe. Es ist bemerkenswert, daß die Abhängigkeit zwischen MCV und MCH auch bei den in kurzen Zeitabständen relativ geringen Schwankungen desselben Tieres zu beobachten ist.
Da eine gleichsinnige Abhängigkeit sowohl zwischen MCV und MCH als auch zwischen MCV und D besteht, ist die positive Korrelation zwischen MCH und D, dem mittleren Hämoglobingehalt und der Dicke der Erythrocyten, nicht überraschend.
Die von HAGEDORN (1974) für die absoluten Werte mitgeteilte negative Korrelation zwischen mittlerem Erythrocytenvolumen und mittlerer Hämoglobinkonzentration der Erythrocyten besteht im vorliegenden Material nur in Bezug auf die durchschnittlichen individuellen Unterschiede (s.u.), nicht jedoch zwischen den absoluten Werten. Nach dem ersten Verfahren war sie zwar angedeutet, aber statistisch nicht zu sichern.

WILTON (1961) fand für die beiden Merkmale eine gleichsinnige Abhängigkeit bei Mensch, Pferd, Schwein, Kaninchen und Meerschweinchen. In einer entsprechenden Untersuchung am Hund war eine gegensinnige Korrelation zwischen MCV und MCHC vorhanden (NIEPAGE, 1974).
Im Zusammenhang mit dem mittleren Durchmesser der Erythrocyten wurden 7 Korrelationen gefunden. Bei allen drei Verfahren ergab sich die negative Beziehung zwischen mittlerem Zelldurchmesser und mittlerer Zelldicke. Sie erbrachte im ersten Verfahren den höchsten, im zweiten Verfahren den zweithöchsten Wert für χ^2 und ist nach dem dritten Verfahren annähernd linear (Abbildung 7), ebenso in dem Material von HAGEDORN (1974). Die Korrelation zwischen dem mittleren Durchmesser der Erythrocyten im Gesamtblut und in der Fraktion leichter Erythrocyten (im ersten Verfahren $p < o,ool$, im zweiten Verfahren $p < o,ol$) macht verständlich, daß auch eine Korrelation zwischen der mittleren Erythrocytendicke im Gesamtblut und dem Durchmesser bei den leichten Erythrocyten auftrat ($p < o,o5$, 1. Verfahren).
Bemerkenswert ist die Beziehung der mittleren Durchmesser der leichten Erythrocyten zur Erythrocytenzahl und zum mittleren Erythrocytenvolumen. Sie wurde nur im zweiten Verfahren gesehen, das längerfristige Veränderungen halbquantitativ erfaßt, indem sie auf das individuelle Mittel bezogen sind. Für den konkreten Fall, die Zunahme der Erythrocytenzahl zur Zeit der Neutrophilenreaktion in der Mitte der Beobachtungszeit, zeigt die erste Korrelation an, daß mit Zunahme der Erythrocytenzahl leichte Erythrocyten mit kleinem Durchmesser häufiger waren als sonst. Im Gesamtblut war diese Korrelation nicht nachzuweisen, ein Hinweis dafür, daß eine besondere Untersuchung der leichten Eryhtrocyten nützlich sein kann.
In der gleichsinnigen Korrelation $\bar{x}Ø1$ - MCV spiegelt sich

die enge, negative Abhängigkeit R - MCV wider.
Im ersten Verfahren war eine negative Korrelation zwischen dem Erythrocytendurchmesser und der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen festzustellen; sie trat bei den Erythrocyten im Ausstrich des Gesamtblutes und bei den leichten Erythrocyten zutage. Danach sinken Erythrocyten mit großem Durchmesser langsamer als Erythrocyten mit kleinem Durchmesser, vermutlich infolge des größeren Flächenwiderstandes.
Die Tatsache, daß die Senkung der roten Blutkörperchen im erythrocytenreichen Blut langsamer abläuft als im erythrocytenarmen, ist seit langem bekannt (s. z.B. MARLOFF, 1919; HOLMAN, 1952; JACOB, 1952; KNILL, 1969). Diese Abhängigkeit ließ sich nur im dritten Verfahren bestätigen (Abbildung 9) Es ist dem Pferd 4 mit seinen durchweg hohen Erythrocytenwerten zu verdanken. Dies beobachtete auch HÜBNER (1924), der fand, daß ein gesetzmäßiges Verhalten der Blutsenkungsgeschwindigkeit zu der Zahl der Erythrocyten nicht besteht; nur eine starke Erhöhung oder Verminderung der Zellzahl wirkt sich aus. Die individuellen Veränderungen der Erythrocytenzahl im physiologischen Schwankungsbereich reichen demnach nicht aus, um die Senkungsgeschwindigkeit merklich zu beeinflussen. Im übrigen ergab die Prüfung der Blutsenkungsgeschwindigkeit auf Abhängigkeit keine gesicherten Korrelationen zu den anderen Merkmalen. Damit ist nicht ausgeschlossen, daß die im Abschnitt II B 1 a beschriebenen Veränderungen der Senkungsgeschwindigkeit in Zusammenhang mit der besonderen Reaktion in der Mitte der Beobachtungszeit stehen.

Hämoglobinwert, Erythrocytenzahl und Hämatokrit messen die im Organismus pro Volumeneinheit Blut zur Verfügung stehende Menge an Blutfarbstoff netto (Hb-Bestimmung) bzw. brutto nach der Zahl oder dem Gesamtvolumen der Packungseinheit Erythrocyt. Die gleichsinnige Korrelation zwischen ihnen zeigt Abbildung 6.

Die Korrelation zwischen Hämoglobinwert und Hämatokrit ist enger als die beiden anderen. Daraus ist zu erkennen, daß im Vergleich zur Größe und zum Hämoglobingehalt der Erythrocyten deren Hämoglobinkonzentration geringeren Schwankungen unterliegt. Eine noch engere Korrelation zwischen Hämatokrit- und Hämoglobinwerten (r = + o,989) fand KRZYWANEK (1971) bei Trabern.

Die gleichsinnige Korrelation zwischen Erythrocytenzahl und Hämatokrit wurde von HOLMAN (1952), FERRI-MEDEIROS (1972), SEDLAK (1972) und GUTSCHOW (1975) beschrieben, diejenige zwischen Erythrocytenzahl und Hämoglobinwert von HÖHNKE (1952), KUDRJASOW (1940), SURUJBALLY (1971), SEDLAK (1972) und GUTSCHOW (1975).

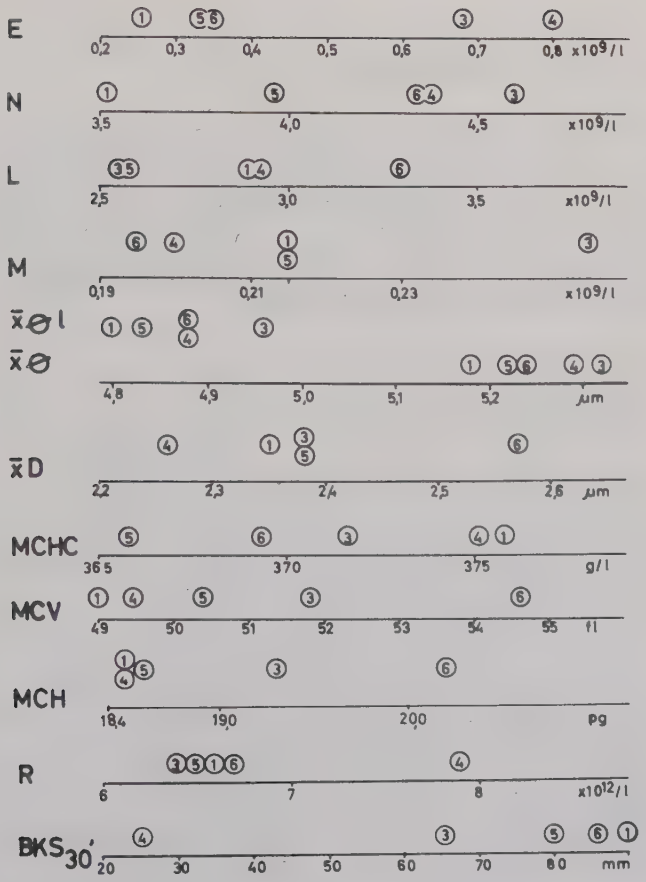


Abbildung 1o: Vergleichende Darstellung der individuelle Mittelwerte für die einzelnen Merkmale und Pferde.

3. Individuelle Besonderheiten

Da die Veränderungen der Merkmalswerte größenordnungsmäßig und im Verlauf bei den Pferden ähnlich sind, gibt der Vergleich der arithmetischen Mittel einen Anhalt für die individuelle mittlere Reaktionslage in der Beobachtungszeit. In Tabelle 9 sind die Mittelwerte zusammengefaßt und in Abbildung 1o veranschaulicht.

	1	3	4	5	6	
E	o,26	o,68	o,8o	o,33	o,35	X $1o^9$/l
N	3,52	4,6o	4,38	3,96	4,33	X $1o^9$/l
L	2,9o	2,56	2,93	2,58	3,3o	X $1o^9$/l
M	o,22	o,36	o,2o	o,22	o,22	X $1o^9$/l
$\bar{x}$Ø1	4,8o	4,96	4,88	4,83	4,88	/um
	21,o	21,6	21,3	21,1	21,3	Kl
$\bar{x}$Ø	5,18	5,31	5,29	5,22	5,24	/um
	22,6	23,2	23,1	22,8	22,9	Kl
$\bar{x}$D	2,35	2,38	2,26	2,38	2,57	/um
MCHC	376	372	375	366	369	g/l
MCH	18,5	19,3	18,5	18,6	2o,2	pg
MCV	49,o	51,8	49,5	5o,4	54,6	fl
R	6,5	6,4	7,9	6,5	6,7	X $1o^{12}$/l
BKS 3o'	9o	65	25	8o	86	mm

Tabelle 9: Mittelwerte der Merkmalswerte bei den einzelnen Pferden.

Wird aufgrund des arithmetischen Mittels als dem Repräsentanten der mittleren Reaktionslage eine individuelle Charakterisierung der Pferde versucht, so ergibt sich für die Morphologie der

Erythrocyten:

Die kleinsten Erythrocyten nach Volumen und Durchmesser

bei mittlerer Dicke und zugleich die am meisten rot gefärbten hat Pferd 1. Die Erythrocyten von Pferd 4 sind fast ebenso rot und haben fast das gleiche Volumen, sind jedoch flacher bei größerem Durchmesser. Die größten Erythrocyten hat Pferd 6; sie sind bei mittlerem Durchmesser besonders dick und etwas blasser als die vorher erwähnten. Die roten Blutkörperchen von Pferd 3 haben den größten Durchmesser, in den übrigen Merkmalen liegen sie im mittleren Bereich. Pferd 5 hat besonders blasse Erythrocyten, sie sind bei mittlerer Dicke im Durchmesser und im Volumen klein.
In der Anzahl der Erythrocyten liegt Pferd 4 um durchschnittlich 1,4 x $1o^{12}$/l über den Werten der anderen Pferde. Dementsprechend hat dieses Tier die langsamste Senkungsgeschwindigkeit.
Bei den Leukocytenwerten fällt Pferd 1 durch eine besonders niedrige Eosinophilen- und Neutrophilenzahl auf. Ein hoher Eosinophilenwert kennzeichnet Pferd 4, während Pferd 3 durch einen hohen Neutrophilen- und Monocytenwert sowie eine niedrige Lymphocytenzahl charakterisiert ist. Das letztere gilt auch für Pferd 5.
Es ist wenig wahrscheinlich, daß die Unterschiede der Mittelwerte zufällig sind. Da die Einzelwerte, die dem Mittelwert zugrunde liegen,im vorliegenden Fall nicht unabhängig von einander sind, sondern im Reaktionsablauf vom Vorwert abhängig, verbietet sich eine Prüfung über den t-Test. Nicht nur, daß jeder Mittelwert aus 2o Einzelbestimmungen resultiert, auch die in der Lage der Mittelwerte verschiedener Merkmale zueinander wiederkehrenden Korrelationen (z.B. MCV/MCH; R/BKS; M/M) sprechen dafür, daß die Mittelwerte typische Eigenschaften der Pferde repräsentieren.
Es kann nicht entschieden werden, ob es sich bei den beschriebenen Unterschieden um Eigentümlichkeiten der Pferde handelt, die erblich bedingt sind, oder ob sie Teil einer Adaption an besondere Bedingungen im Organismus sind. So ist es nicht unwahrscheinlich,
daß bei der Blutentnahme

von Pferd 4, dessen Widersetzlichkeit jedesmal besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderte, durch die Aufregung des Tieres ein Anstieg der Erythrocytenzahl im Blut infolge Milzkontraktion erfolgt.
Die bei den Pferden 3 und 4 im Vergleich zu den anderen höhere Eosinophilenzahl ist der Wahrscheinlichkeit nach auf eine subklinisch verlaufende Reaktion zurückzuführen, von denen manche, z.B. einige parasitär bedingte, mit chronischer Eosinophilie einhergehen können. Für eine reaktive Ursache spricht auch die bei diesen beiden Pferden vergleichsweise hohe Neutrophilenzahl.

Eher ist bei den morphologischen Besonderheiten der Erythrocyten eine genetische Fixation anzunehmen. Bei der wiederholten Untersuchung von Hunden wurden ebenfalls andauernde individuelle Unterschiede im Erythrocytenvolumen gesehen (NIEPAGE, 1975; ZESSIN, 1976).

4. Vergleich der erhobenen Werte mit Normalbereichen nach Literaturangaben

Die Gesamtheit der erhobenen Daten jedes Merkmals wurde mit den in der erreichbaren Literatur zu findenden Angaben über Normalwerte des betreffenden Materials verglichen. Dazu stand das Biology Data Book (BDB, 1973) zur Verfügung, dessen Angaben über hämatologische Normalwerte des Pferdes auf ALBRITTON (1952) zurückgehen, bei dem Veröffentlichungen bis etwa zum Jahre 195o berücksichtigt sind.
Außerdem wurde die erhältliche Literatur einschließlich der neueren Arbeiten herangezogen und nach einem Vorschlag von NIEPAGE (1975) in der Weise ausgewertet, wie es als Beispiel Abbildung 11 für den Erythrocytendurchmesser zeigt:
Auf Millimeterpapier wurden über einer Werteskala (Abszisse) die Angaben der einzelnen Autoren eingezeichnet, wobei der Wertbereich (Standardabweichung, Variationsbreite oder andere den Bereich ausdrückende Angaben) durch eine Horizontale über der Skala abgegrenzt wurde. Bei Angabe nur eines Einzelwertes wurde dieser als Punkt über dem entsprechenden Abszissenwert eingetragen. Nach Eintragung sämtlicher Daten oberhalb der Werteskala wurde für jede Werteklasse der Skala ausgezählt, wieviel Autoren einen Wert der betreffenden Größenordnung als normal ansehen. Auf diese Weise erhält man eine Häufigkeitsverteilung, die das Maß an Übereinstimmung der Autoren wiedergibt; sie ist über derjenigen Größenklasse eines Merkmals am größten, deren Normalität von den meisten Autoren anerkannt wird.
Für den Vergleich mit der Variationsbreite des eigenen Materials wurde die Zahl der Klassen gezählt unter Ausschluß derjenigen äußeren, deren Wert 1 betrug, d.h. deren Wertebereich nach Meinung nur eines Autors als normal anzusehen ist.

Der Wertebereich, der in die mittleren Zweidrittel dieser, von Extremen gereinigten Häufigkeitsverteilung fällt, ist in Tabelle 10 als Vergleichsbereich angegeben. Die gewählte Klassenbreite ist daneben bezeichnet. War die Klassenzahl nicht mit ganzzahligem Ergebenis durch 3 teilbar, wurden bei der Drittelung stärker besetzte Klassen vor schwächer besetzten bevorzugt mit eingeschlossen. Um auch ältere Literatur für den Vergleich der Leukocytenwerte mit ausnützen zu können, wurden die in diesen Arbeiten neben der Leukocytenzahl meist nur angegebenen Prozentwerte der Leukocytenarten erfaßt. Die Grenzwerte wurden unter Verwendung der Leukocytenzahl 9 x 10^9/l, die als häufigster Wert aus der Literatur bestimmt wurde, in Werte pro l Blut umgerechnet.
Es ist bekannt, daß Rennpferde höhere Erythrocytenwerte haben, als andere Pferde. Aus diesem Grund wurden für den Vergleich der Erythrocyten-, Hämoglobin- und Hämatokritwerte nur Referenzen herangezogen, die nicht Rennpferde betrafen; ebenso wurden Werte von Ponies ausgeschlossen. Bei den übrigen Merkmalen, einschließlich MCV, MCH, MCHC und Erythrocytendurchmesser wurde die Rasse nicht berücksichtigt.
Die Angaben über die Senkungsgeschwindigkeit der Blutkörperchen können nicht verglichen werden, weil das angewandte Verfahren nicht allgemein üblich ist.
Der Vergleich der Erythrocytendicke mußte sich auf die Variationsbreite der Angaben von GÖTZE (1923), WELS (1958) und HAGEDORN (1974) beschränken.
Die Daten der Tabelle 1o liegen der graphischen Darstellung Abbildung 12 zugrunde.

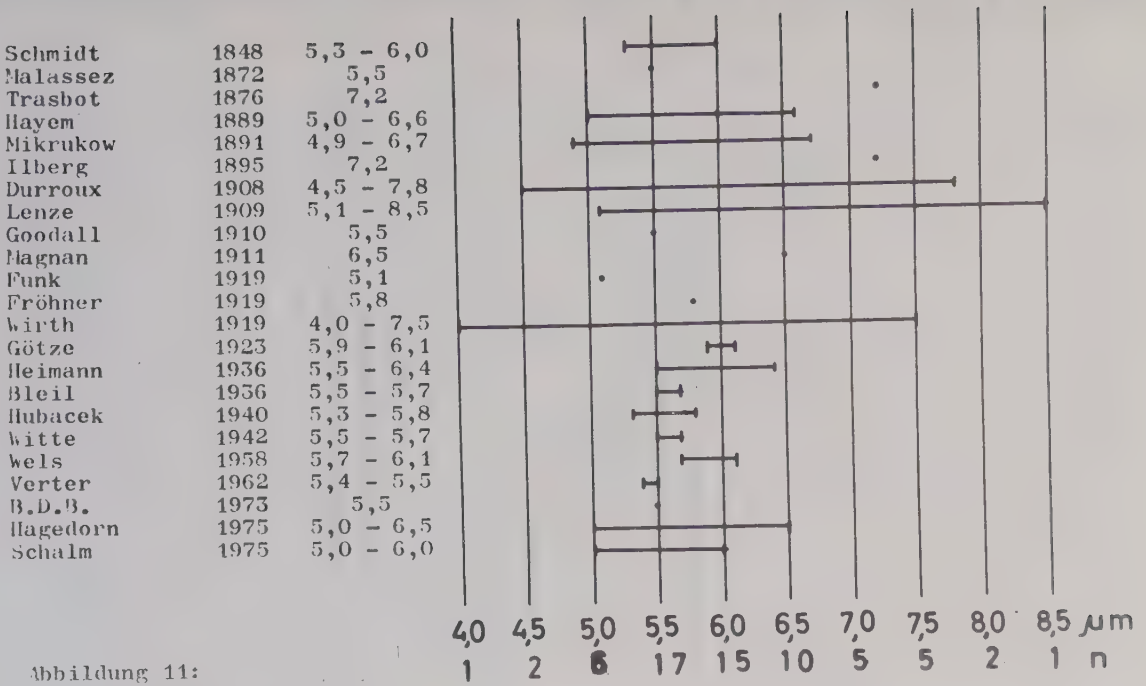
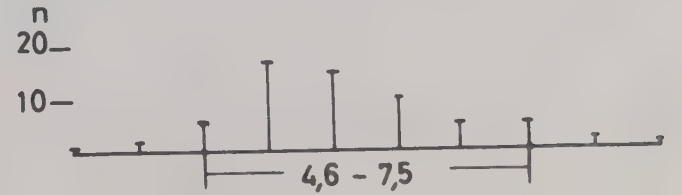


Abbildung 11:

Vergleich der Angaben verschiedener Autoren für den Erythrocytendurchmesser beim Pferd



	Literaturangaben			Eigenes Materia	
	Biol. Data B.	Lit.(mittl. Zweidrittel)	Klassen-breite	Variat. breite	Dic mit
R (10^{12}/l)	8,2 - 10,4	5,1 - 10,5	0,5	5,4 - 9,1	6,4
Hb(g/l)	80 - 140	96 - 165	5	107 - 165	120
Ht	0,28- 0,42	0,30- 0,47	0,0	0,29- 0,45	0,3
MCV (fl)		40,1- 53,0	1	41,6- 60,4	49,
MCH (pg)		13,1- 21,0	1	15,4- 23,0	19,
MCHC (g/l)	330	301 - 380	10	330 - 420	371
Ø (/um)	5,5	4,6 - 7,5	0,5	3,4 - 7,1	5,2
D (/um)		1,1 - 2,95[x)]		2,4 - 2,6	2,5
W (10^9/l)	5,0 - 11,0	7,1 - 13,0	1	4,7 - 12,6	7,4
E (10^9/l)	0,05 - 0,60	0,18- 0,81	1%(0,09)	0 - 1,8	0,4
N(10^9/l)	3,0 - 6,9	3,24 - 6,75	5%(0,45)	1,9 - 7,3	4,5
L(10^9/l)	1,2 - 4,8	2,34 - 4,95	5%(0,45)	1,3 - 5,6	2,6
M(10^9/l)	0,1 - 1,5	0,09 - 0,54	1%(0,09)	0 - 0,7	0,1
BKS(30'mm)				86 - 95	91

[x)] s. Text

Tabelle 10: Vergleich von Werten aus der Literatur mit denen aus den eigenen Untersuchungen.

Ein Vergleich der insgesamt bei den 5 Pferden erhobenen Werte eines Merkmals mit Angaben der Literatur ist nur grob möglich. Bei der Zusammenfassung der Ergebnisse zahlreicher Autoren können Unterschiede der Methode (Zählmethode, Art der Hämoglobinbestimmung, Bedingungen der Zentrifugation, usw.) und der Haltung und Fütterung nicht berücksichtigt werden, z.T. schon deshalb nicht, weil keine oder unvollständige Angaben dazu vorliegen. Angaben über Vollblutpferde, soweit sie die Erythrocytenzahl betrafen, wurden ausgeschlossen. Geschlechtsunterschiede wurden im Hinblick auf die allenfalls geringe Zahl von Hengsten nicht beachtet. Die Zahl der von den einzelnen Autoren untersuchten Pferde wurde in den Vergleich nicht miteinbezogen. Sie würde den speziellen Umweltbedingungen der Pferde derer, die viel Tiere untersucht haben, im Vergleich zu den anderen, ebenso möglichen Umweltbedingungen, zu viel Gewicht gegeben haben. Außer dem BDB wurden die Angaben der Autoren von Tabelle 11 verwendet. Soweit Zahlenangaben vorliegen, ergibt die Summe der Pferde, von denen die Werte gewonnen wurden für die einzelnen Merkmale:
R 2o84, Hb 1483, Ht 54o, MCV 2254, MCH 2929, MCHC 1173, ø 191, Leukocytenwerte 849.
Tabelle 1o und Abbildung 12 setzen für jedes Merkmal die aus der Gesamtheit der erhobenen Werte gewonnene Variationsbreite des eigenen Materials in Vergleich mit den Angaben des Biology Data Book und mit dem aus der angegebenen Literatur auf die beschriebene Weise gewonnenen mittleren Zweidrittelbereich. Dabei werden Unterschiede sowohl zwischen den beiden Vergleichsbereichen als auch zwischen diesen und der Variationsbreite des eigenen Materials erkennbar, jedoch ist der Bereich der Überschneidung in den meisten Fällen größer als die Diskrepanz an den Flanken der Bereiche.

Im Vergleich der Angaben des BDB mit dem aus der Originalliteratur ermittelten Zweidrittelbereich, der neben Angaben, die schon im BDB enthalten sind auch solche erfaßt, die nach 1950 veröffentlicht wurden, fällt auf, daß dieser bei Hämoglobin- und Hämatokritwerten weiter zu den nöheren Werten hin reicht, während die Erythrocytenwerte den BDB-Bereich zu den niedrigen Werten hin überragen.

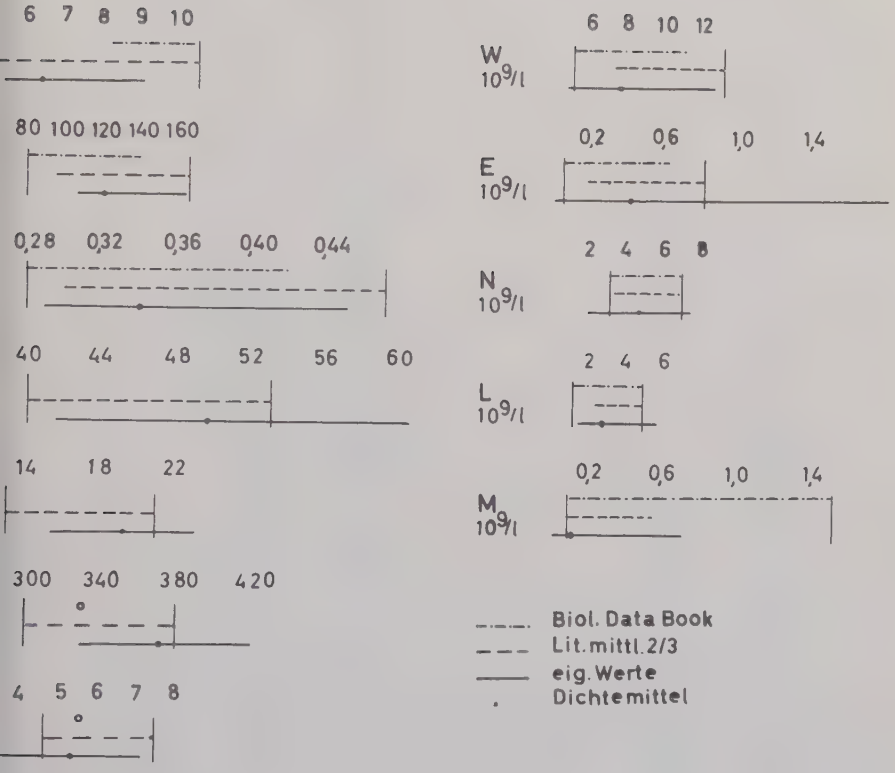


Abbildung 12: Vergleich zwischen der Variationsbreite des eigenen Materials und den Angaben des Biology Data Book über Normalwerte des Pferdes sowie den mittleren Zweidritteln des nach Literaturangaben zusammengestellten Normalbereiches.

Schmidt - 1848
Malassez - 1872
Trasbot - 1876
Schindelka - 1888
Hayem - 1889
Mikrukow - 1891
Ilberg - 1895
Storch - 19o1
Meier - 19o6
Wiendieck- 19o6
Durroux - 19o8
Lenze - 19o9
Goodall - 191o
König - 191o
Yakimoff, Kohl - 191o
Magnan- 1911
Augsburger - 1919
Fröhner - 1919
Funk - 1919
Marloff - 1919
Kuhl - 1919
Schulze - 1919
Wirth - 1919
Döppert - 192o
Herrel - 1922
Neser - 1922
Götze - 1923
Nagao- 1923
Hauber - 1924
Hübner - 1924
Knoll - 1924
Keese - 1926
Drastich - 1928
Dremjatsky, Posdrenik
Turandin, Uwaroff,
Zwetkoff - 1929
Vaulont - 1935
Bleil - 1936
Heimenn - 1936
Arnhold - 1937
Hubacek - 194o
Stewart, Holman - 194o
Witte - 1942
Mac Leod, Ponder,
Atiken, Brown - 1947
Iljanic, Essert,
Jǒsič, Stilinovič- 195o
Hansen, Todd,
Kelley, Hull - 195o
Hansen, Todd,
Kelley, Cawein, Mc Gee- 195o
Hansen, Todd,
Kelley, Cawein, Mc Gee - 195
Hansen, Todd,
Kelley, Cawein - 1951
Todd, Mc Gee, Wyant,
Hollingsworth - 1951
Heusser - 1952
Dehner - 1957
Wels - 1958
Irvine- 1958
Archer, Miller- 1959

Komárek, Zdeněk - 196o
Stankiewicz, Markiewiczowa,
Malinowski - 196o
Steel, Whitlock - 196o
Verter - 1962
Martins - 1966/67
Gerber-1969
Knill, Conaughy,
Camarena - 1969
Medeiros, Martins,
Ferri - 1971
Ferri, Medeiros,
Barros - 1972
Allen, Archer - 1973
Gygax, Gerber - 1973
Gutschow, Raake,
Rakoczy, Fernández,
Vaquez - 1975
Schalm, Jain,
Carroll - 1975
Smith, Agar - 1976

Tabelle 11: Autoren, deren Angaben für den Literaturvergleich verwendet wurden.

Zur Erklärung ist man auf Spekulationen angewiesen. Es ist möglich, daß die in neuerer Zeit vielfach angewandte elektronische Zählung der Erythrocyten eine Ursache für die vergleichsweise niedrigen Erythrocytenwerte darstellt.
Werden die Proben wie üblich nach der für Menschenblut angegebenen Vorschrift angesetzt, so resultieren bei Pferdeblut im Vergleich zur Kammerzählung in der Regel niedrigere Erythrocyten- und höhere Leukocytenwerte (JAESCHKE, 1976). Möglicherweise wird die Erythrocytenzahl zu niedrig gemessen, weil bei den im Vergleich zum Menschen kleineren Erythrocyten des Pferdes die Koinzidenz (Durchtritt von gleichzeitig zwei oder mehr Eryhtrocyten durch die Meßöffnung) größer ist.
Eine zu niedrige Erythrocytenzahl würde sich auch in zu hohen MCV- und MCH-Werten ausdrücken, über die im BDB jedoch keine Angaben gemacht sind.

Die Ursache der bei elektronischer Zählung häufig beobachteten im Vergleich zur Kammerzählung überhöhten Leukocytenwerte ist ebenfalls nicht bekannt (Registrierung von Erythrocytenschatten?). Der Bereich der Leukocytenzahl des BDB ist im Vergleich zu dem, der auch neuere Literatur berücksichtigt,um 2 x 10^9/l zu den niedrigen Werten hin verschoben. Am größten ist die Differenz der Bereiche bei den Monocyten. Die früher weite Fassung des Begriffes ("Monocyten und Übergangsformen") dürfte die Ursache der höheren Werte des BDB sein.

Im folgenden werden die beiden aus der Literatur übernommenen Bereiche als "Vergleichsbereich" zusammengefaßt.
Aus der Gegenüberstellung der Häufigkeitsverteilungen des eigenen Materials mit dem Vergleichsbereich ist zu erkennen, daß bei allen Merkmalen die am häufigsten ge-

fundene Größenklasse, aus der das Dichtemittel resultiert, innerhalb des Vergleichsbereiches liegt. Ferner, daß, mit Ausnahme der Eosinophilen, die Merkmale auch in den Fällen, in denen sie den Spielraum des Vergleichsbereiches mehr oder weniger überschreiten, mit dem größten Anteil ihrer Werte innerhalb dieses Bereiches liegen. Erythrocyten-, Hämoglobin- und Hämatokritwerte überschreiten den Vergleichsbereich nicht, die Leukocytenwerte nur geringfügig. Die Werte dieser Merkmale erstrecken sich über Dreiviertel und mehr des Vergleichsbereiches. Die Ähnlichkeit dieser Bereiche des eigenen Materials mit den aus der Literatur entnommenen zeigt, daß die bei nur fünf nach Rasse, Alter, Geschlecht, Zustand und Umwelt ähnlichen Pferden durch je 2o Stichproben innerhalb von zwei Monaten erhobenen 1oo Werte eines Merkmals ziemlich genau den Bereich ausfüllen, der sich durch die Untersuchung zahlreicher verschiedener Pferde unter unterschiedlichen Bedingungen als Normalbereich ergeben hat.

Die Werte der Erythrocytenindizes MCV, MCH und MCHC liegen mit ihrem größeren Anteil ebenfalls innerhalb des Vergleichsbereiches; der andere Teil überragt den Vergleichsbereich auf der Seite der hohen Werte.
Die hohen MCV- und MCH-Werte stammen überwiegend von Pferd 6 (vgl. Abbildung 1o), dessen Erythrocyten überdies durch besondere Dicke ausgezeichnet sind. Es handelt sich offensichtlich um konstante Erythrocyteneigenschaften dieses Tieres, die hier mit 2o% der Werte zu Buche schlagen. In einer gemischten Pferdegesamtheit, wie sie den Literaturangaben zugrunde liegt, dürfte eine derartige Eigentümlichkeit selten sein und die Häufigkeitsverteilung, von der hier nur die mittleren Zweidrittel zum Vergleich herangezogen sind, weniger beeinflussen.

Die Variationsbreite der Erythrocytendurchmesser würde den Vergleichsbereich nicht überschreiten, wenn, wie in den Literaturangaben überwiegend, die Mittelwerte der Price-Jones-Kurven zugrunde gelegt wären. Hier sind für das eigene Material die Extreme der Messung an der einzelnen Zelle angegeben.
Für die Neutrophilen, Lymphocyten und Monocyten gilt das für die R-, Hb- und Ht-Werte gesagte: Sie überschreiten den Vergleichsbereich nicht wesentlich, füllen ihn aber aus (bezüglich der Monocytenangaben im BDB s.o.).
Bei den Eosinophilen ist eine deutliche Überschreitung des Vergleichsbereiches auf der Seite der hohen Werte zu verzeichnen. Auf die Wahrscheinlichkeit, daß in der Tendenz zur Eosinophilie ein chronischer, möglicherweise parasitär bedingter Prozeß zum Ausdruck kommt, der die Pferde 3 und 4 betraf, wurde hingewiesen.

III. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die in halbwöchentlichem Abstand wiederholte, zweimonatige hämatologische Untersuchung an 5 gesund erscheinenden Warmblutwallachen, von denen bei ähnlicher Fütterung, Haltung und Leistung in ausgeruhtem Zustand jeweils vormittags Blut entnommen wurde, führte zu folgenden Ergebnissen:
Innerhalb der Beobachtungszeit lagen die hämatologischen Werte der 5 Pferde insgesamt bei den Merkmalen, für die Vergleichswerte aus der Literatur vorliegen, innerhalb des Normbereiches und füllten diesen aus. (Einzige Ausnahme sind die Eosinophilen, deren etwas erhöhte Werte bei zwei Pferden den Verdacht auf einen chronischen, subklinisch verlaufenden Prozeß lenken).
Demnach fällt beim Pferd die individuelle physiologische Regulation für die Breite der Norm fast ebenso ins Gewicht, wie Unterschiede in der Haltung, der Fütterung, z.T. auch der Rasse und des Geschlechtes, die sich in den Literaturangaben zur Norm niederschlagen.

Durch die Verfolgung der hämatologischen Werte im Zeitablauf ließ sich eine Reaktion erkennen, die mehr oder weniger deutlich ausgeprägt, bei allen 5 Pferden in der Mitte der Beobachtungszeit ihren Höhepunkt hatte.
Nach Lage der Dinge ist sie vermutlich durch eine leichte **Virusinfektion** verursacht worden, die ohne merkliche Beeinträchtigung der Tiere subklinisch ablief und als nicht ungewöhnliche Leistung der Abwehrmechanismen anzusehen ist.
Die Reaktion ist hämatologisch durch einen Anstieg der Zahl der Neutrophilen, Lymphocyten, Monocyten und der Erythrocyten gekennzeichnet und dauerte 1o - 13 Tage. In dieser Zeit betrug die durchschnittliche Zunahme (vom niedrigsten Wert vor dem Anstieg gerechnet) für die Neutrophilen 3 x $1o^9$/l (2,o - 3,8), für die Lymphocyten 2 x $1o^9$/l (1,1 - 3,4) für die Monocyten o,4 x $1o^9$/l (o,2 - o,6) und für die Erythrocyten 1,7 x $1o^{12}$/l (1,2 - 2,3).

Außer bei den Neutrophilen verlief der Anstieg zum Maximum der Zellzahlen in der Regel in Schüben, die durch zwischenzeitliche Abnahme der Werte unterbrochen waren. In fast jedem Fall ging der Anstieg der Zellzahlen aus einer vorherigen Abnahme der Werte hervor. Diese Regelmäßigkeit spricht dafür, daß sie ebenfalls Teil einer Reaktion ist, möglicherweise der Auslöser für die sich anschließende Zunahme der Zellen im Blut.
Nach dem Erreichen des Maximums sanken die Werte bis auf das Niveau der Vorwerte, teilweise noch etwas tiefer. Danach ließen die Neutrophilen in der Regel nochmals eine Welle aus Zu- und Abnahme erkennen, bei der der Anstieg jedoch durchschnittlich nur 1,6 x 10^9/l (1,3 - 1,9) ausmacht. Die Senkungsgeschwindigkeit (3o Minutenwert) war nach dem Maximum der Reaktion, außer bei Pferd 5, bis zum Ende der Beobachtungszeit um durchschnittlich 12,5 mm langsamer als vor deren Beginn.

Die zeitliche Abhängigkeit in der Veränderung der Werte der genannten Merkmale ließ sich durch die positiven Korrelationen der Tendenzen der Neutrophilenwerte mit denen der Lymphocyten-, Monocyten- und Erythrocytenwerte sichern.

Der Ablauf dieser Reaktion entspricht nicht dem Schema der biologischen Leukocytenkurve nach SCHILLING (1952), die beim Menschen für klinisch manifeste Infektionen gilt.

Die Befunde insgesamt zeigen, daß es durch die Anwendung klinisch üblicher Routinemethoden möglich ist, mit Wiederholungsuntersuchungen am gleichen Tier Reaktionen innerhalb des nach der Literatur gültigen Normbereiches aufzudecken.

Den Veränderungen in der Qualität der Erythrocyten galt besonderes Interesse. Zur Untersuchung wurde neben den

aus der Hämoglobinbestimmung, der Erythrocytenzählung und dem Hämatokrit gewonnenen Erythrocytenindizes MCV, MCH und MCHC, die das mittlere Erythrocytenvolumen, den mittleren Hämoglobingehalt der Erythrocyten und deren mittlere Hämoglobinkonzentration angeben, der Erythrocytendurchmesser sowie die mittlere Erythrocytendicke verwendet. Der Erythrocytendurchmesser wurde im üblichen Blutausstrich und im Ausstrich der Fraktion leichter Erythrocyten gemessen. Diese Fraktion wurde als obere Zellschicht des Hämatokrit erhalten. Die mittlere Erythrocytendicke wurde aus dem MCV-Wert und dem mittleren Erythrocytendurchmesser im Ausstrich des Gesamtblutes über die Zylinderformel berechnet.

Die Häufigkeit gleichzeitiger Zu- oder Abnahmen der Werte zweier Merkmale in allen möglichen Merkmalskombinationen war bei einigen Kombinationen überzufällig groß; in diesen Fällen liegen gesicherte Abhängigkeiten in den Tendenzen der Veränderungen vor.
So zeigt sich, daß mit zunehmendem Erythrocytenvolumen (MCV) die Erythrocyten in der Regel dicker werden ($\bar{x}D$) und dabei im Mittel einen höheren Hämoglobingehalt haben (MCH). Zwischen dem mittleren Erythrocytenvolumen (MCV) und der mittleren Hämoglobinkonzentration (MCHC) war keine Abhängigkeit zu sichern; jedoch ergab sich eine gleichsinnige Korrelation zwischen MCH- und MCHC-Werten.
Wurden die Erythrocyten durchschnittlich dicker ($\bar{x}D$), so nahm ihr mittlerer Durchmesser ab ($\bar{x}\emptyset$); wurde der Durchmesser im Mittel größer, so verlangsamte sich in der Regel die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen (BKS). Die Veränderungen in ihrer Abhängigkeit voneinander zeigen an, daß die Qualität der Erythrocyten im Blut während der physiologischen Regulation wechselt.

Geht man davon aus, daß eine Zunahme der Erythrocytenzahl im Blut auf dem Neuzugang von Erythrocyten in den Kreislauf beruht, so läßt sich aus der negativen Korrelation der Erythrocytenzahl (R) mit dem mittleren Erythrocytenvolumen (MCV), mit der mittleren Dicke der Erythrocyten ($\bar{x}D$) und mit dem mittleren Hämoglobingehalt der Zellen (MCH) folgern, daß die neu ins Blut kommenden Erythrocyten überwiegend klein im Volumen sind und dünn, bei relativ geringem Hämoglobingehalt.

Der Durchmesser der Erythrocyten erwies sich als gutes Mittel zum Nachweis der heterogenen Zusammensetzung der Erythrocytenpopulation des Blutes.
Durch die Entmischung des Blutes beim Zentrifugieren geraten Erythrocyten, die wegen ihrer relativ geringen Hämoglobinkonzentration leicht sind, in die obere Zellschicht des Hämatokrit. Diese Zellen sind nicht nur spezifisch leichter als dem Durchschnitt der Erythrocyten entspricht,sie haben durchweg auch etwas geringere, im Mittel um o,38/um kleinere Durchmesser.

Als Price-Jones-Kurve dargestellt hat die Häufigkeitsverteilung der Durchmesser der leichten Erythrocyten eine um den fast gleichen Betrag geringere Variationsbreite als die Price-Jones-Kurve aus dem Gesamtblut.
Die Veränderungen der Durchmesser der Erythrocyten im Laufe der Beobachtungszeit betreffen die leichten Zellen ebenso wie die Gesamtheit der Erythrocyten.

Werden die Durchmesserverteilungskurven, getrennt nach der Herkunft aus dem Gesamtblut bzw. aus der Fraktion leichter Erythrocyten, für jedes Pferd zusammengefaßt, so ergeben sich Verteilungsbilder, die einer Normalverteilung ähnlich sehen. Außer bei 3 der 1o Kurven ergab die statistische Prüfung jedoch einen signifikanten Unterschied zur Normalverteilung. Danach kann die Variationsbreite der Durch-

messer der Erythrocytenpopulation eines Blutes kaum durch Zufallsabweichungen einer einheitlichen Erythrocytenpopulation interpretiert werden; es dürfte sich um eine Mischung aus Erythrocyten unterschiedlichen Typs handeln. Es ist anzunehmen, daß die Fraktion der leichten Erythrocyten überwiegend aus jungen Zellen besteht. Dafür spricht das niedrige spezifische Gewicht, das eine noch relativ geringe Hämoglobinkonzentration anzeigt. Neu ins Blut kommende Erythrocyten, die nach den erwähnten Korrelationen ein kleines Volumen, geringe Dicke und einen geringen Hämoglobingehalt haben, sind vermutlich junge Erythrocyten, die demnach auch durch einen kleinen Durchmesser ausgezeichnet sind. Damit in Einklang steht die gegenseitige Abhängigkeit zwischen der Zahl der Erythrocyten und dem mittleren Durchmesser der leichten Eryhtrocyten sowie die gleichsinnige zwischen diesem und den MCV-Werten.

Ein besonderes Phänomen stellt die sich über Tage oder Wochen erstreckende allmähliche Verringerung der Erythrocytendurchmesser dar, die sowohl im Gesamtblut als auch bei den leichten Erythrocyten festzustellen ist, und kurzfristig durch das Erscheinen von Erythrocyten mit größerem Durchmesser abgelöst wird. Es ließ sich dazu keine zeitliche Korrelation mit Veränderungen eines anderen Merkmals finden.

Individuelle Unterschiede prägen sich in den durchschnittlichen Meßergebnissen der morphologischen Erythrocyteneigenschaften und der Zahl der Erythrocyten- und Leukocytenwerte aus.

IV. Schlußsätze

Die Ruhewerte des Blutbildes schwanken beim gesunden Warmblutpferd in einem Bereich, der den Normbereich fast ausfüllt.

Durch hämatologische Untersuchung in halbwöchentlichen Abständen können innerhalb dieses Bereiches Reaktionen erkannt werden, die durch die gleichzeitige Beteiligung mehrerer Zellsysteme gekennzeichnet sind.

Außer Veränderungen in der Zahl der Blutzellen wurden Veränderungen in der Morphologie der Erythrocyten festgestellt, die auf eine wechselnde, heterogene Zusammensetzung der Erythrocytenpopulation des Blutes hinweisen.

Die Individuen unterscheiden sich in ihrer mittleren Reaktionslage und in Merkmalen der Erythrocytenmorphologie.

Investigation of the individual range of fluctuation of the blood count, in particular of some morphological erythrocyte features in clinically healthy and rested horses.

Summary

The blood count values of healthy warm-blood horses in a state of rest fluctuate in a range which nearly covers the standard range.

By means of haematologiacal examinations at half weekly intervals reactions can be observed within this range which are characterized by simultaneous participation of several cell systems.

In addition to changes in the number of blood cells changes in the erythrocyte morphology were noted which indicate an alternating heterogeneous structure of the erythrocyte population in the blood.

The individual animals differ in their medium reaction condition and in characteristics of erythrocyte morphology.

Pferd 1

Dat	W	B	E	N	L	M	R	Hb	Ht	MCV	MCH	MCHC	10'	BKS 30'	60'
1.7.	7,6	-	0,1	3,1	3,8	0,5	6,4	118	0,314	49,0	18,3	373	17	96	122
4.7.	6,0	-	0,4	2,8	2,5	0,3	6,5	119	0,310	48,1	18,5	383	18	92	121
7.7.	5,8	-	0,2	3,3	2,0	0,3	6,6	125	0,326	49,4	18,9	383	24	100	135
10.7.	4,7	0,04	0,2	1,9	3,4	0,2	6,1	112	0,289	47,4	18,4	387	22	94	136
15.7.	4,8	-	0,3	2,4	2,2	0,05	6,1	107	0,289	47,7	17,7	370	26	105	137
18.7.	8,9	0,2	0,4	5,1	3,1	0,09	7,4	120	0,320	42,8	16,1	375	20	86	128
22.7.	10,3	-	0,4	4,8	4,7	0,3	6,9	134	0,319	46,4	19,5	420	25	115	143
25.7.	9,9	-	0,5	5,7	3,6	0,1	6,8	116	0,309	45,2	16,9	375	31	94	104
28.7.	12,1	0,1	0,4	5,3	5,6	0,7	6,2	131	0,366	58,7	21,o	358	14	86	122
31.7.	9,8	0,1	0,3	5,3	3,8	0,3	7,6	133	0,314	45,1	17,6	390	14	84	136
5.8.	7,9	0,2	0,2	4,7	2,4	0,3	6,8	114	0,313	46,2	16,8	364	17	90	131
8.8.	7,0	-	0,3	3,8	2,7	0,1	7,1	109	0,330	46,7	15,4	330	15	77	126
12.8.	4,9	-	0,2	2,2	2,4	0,1	5,7	121	0,318	56,2	21,3	380	20	87	129
15.8.	5,5	0,05	0,3	3,2	1,8	0,2	6,4	121	0,318	50,1	19,1	380	18	86	127
19.8.	5,6	-	0,3	3,1	2,2	0.06	6,1	121	0,305	50,2	19,9	397	19	73	123
22.8.	5,7	0,06	0,3	3,5	1,5	0,3	6,7	123	0,330	49,0	18,3	373	18	84	129
27.8.	5,9	-	0,2	2,9	2,6	0,1	6,5	125	0,335	51,2	19,1	373	16	98	130
29.8.	5,8	-	0,2	2,9	2,6	0,1	6,7	129	0,335	50,3	19,4	385	15	82	125
2.9.	4,9	0,05	0,1	2,1	2,6	-	6,1	115	0,307	50,0	18,7	375	21	95	127
5.9.	5,2	0,05	0,1	2,4	2,6	0,05	6,4	121	0,324	50,5	18,9	373	15	72	121

Tabelle 11: Blutstatus im Zeitablauf (Abkürzungen und Maßeinheiten s. Tabelle 1.)

Pferd 3

Dat	W	B	E	N	L	M	R	Hb	Ht	MCV	MCH	MCHC	BKS 10'	BKS 30'	BKS 60'
1.7.	7,9	0,08	0,2	4,3	3,3	0,08	6,5	122	0,337	52,4	19,0	363	20	87	138
4.7.	8,5	-	1,1	4,4	2,6	0,3	6,7	130	0,349	52,5	19,5	372	12	73	118
7.7.	8,3	0,1	0,7	4,8	2,4	0,2	6,4	117	0,337	52,7	18,3	347	13	79	129
10.7.	7,3	-	0,8	4,2	2,0	0,3	6,3	127	0,326	51,9	20,2	390	15	73	119
15.7.	7,3	-	0,4	4,7	2,0	0,1	6,0	116	0,315	52,4	19,3	368	11	70	113
18.7.	8,9	-	0,8	4,7	3,2	0,2	7,0	119	0,327	47,0	17,1	364	9	57	105
22.7.	10,6	-	0,9	5,5	3,4	0,7	6,4	119	0,330	51,7	18,6	361	12	59	106
25.7.	10,8	-	0,6	7,3	2,8	-	6,4	116	0,311	48,6	18,1	373	14	60	104
28.7.	12,6	0,1	0,9	6,8	4,1	0,6	6,9	124	0,332	48,1	18,0	373	10	77	113
31.7.	10,4	0,2	0,8	5,9	3,1	0,3	6,6	125	0,330	50,2	19,0	379	12	63	106
5.8.	7,2	0,1	0,9	4,0	2,1	0,1	7,2	115	0,299	41,6	16,0	385	14	86	126
8.8.	7,6	0,1	0,4	3,6	3,2	0,3	6,6	118	0,342	52,0	18,0	345	23	65	111
12.8.	7,3	0,1	0,9	3,4	2,6	0,3	5,7	131	0,348	58,7	22,1	377	13	68	113
15.8.	8,9	-	0,6	5,0	3,1	0,2	6,4	135	0,365	56,9	21,1	370	12	66	115
19.8.	7,9	0,1	1,2	4,0	2,2	0,3	6,3	134	0,343	54,9	21,4	391	13	54	102
22.8.	7,6	0,1	0,8	4,3	2,3	0,1	6,4	119	0,323	50,5	18,6	368	12	56	101
27.8.	6,9	-	0,3	4,3	2,1	0,2	6,0	124	0,326	54,1	20,6	380	11	53	97
29.8.	6,2	-	0,6	3,7	1,8	0,1	6,3	125	0,331	52,8	19,9	378	10	58	103
2.9.	5,4	-	0,5	3,4	1,3	0,2	6,1	123	0,331	54,4	20,2	372	9	53	98
5.9.	6,4	-	0,2	3,8	1,7	0,5	6,1	123	0,327	53,3	20,0	376	9	5o	96

Tabelle 12: Blutstatus im Zeitablauf

Pferd 4

Dat	W	B	E	N	L	M	R	Hb	Ht	MCV	MCH	MCHC	BKS 10'	BKS 30'	BKS 60'
1.7.	9,3	-	0,9	4,7	3,5	0,1	6,0	113	0,292	49,0	19,0	388	2	9	26
4.7.	7,4	-	1,0	3,8	2,4	0,1	8,0	157	0,394	49,5	19,8	400	5	32	74
7.7.	9,5	-	0,9	5,1	3,0	0,4	6,8	150	0,402	59,1	22,0	373	4	31	83
10.7.	6,9	-	0,6	3,5	2,7	0,1	7,1	131	0,354	49,7	18,4	370	6	40	84
15.7.	7,3	0,1	1,2	3,6	2,0	0,5	7,8	142	0,366	46,9	18,2	388	2	28	63
18.7.	6,9	-	0,8	3,7	2,1	0,2	8,0	132	0,362	45,1	16,4	365	8	45	86
22.7.	9,1	0,1	1,2	5,1	2,5	0,2	8,7	151	0,404	46,4	17,4	374	2	26	65
25.7.	9,0	-	-	5,5	3,4	0,1	8,4	145	0,391	46,5	17,2	371	4	22	59
28.7.	12,4	-	0,9	7,1	4,2	0,1	8,6	141	0,392	45,7	16,4	360	4	27	78
31.7.	12,1	-	1,8	6,3	3,6	0,4	9,1	165	0,446	48,8	18,0	370	4	14	57
5.8.	9,0	0,1	0,6	4,9	3,1	0,4	8,1	144	0,397	48,9	17,8	363	3	28	65
8.8.	9,1	-	1,1	3,9	3,9	0,2	8,0	140	0,395	49,6	17,6	354	4	24	63
12.8.	7,0	-	0,8	3,3	2,9	0,1	7,4	155	0,413	55,6	20,8	375	3	23	52
15.8.	8,3	-	0,7	4,8	2,6	0,2	8,2	144	0,382	46,8	17,6	377	4	26	61
19.8.	7,9	0,1	0,5	4,8	2,3	0,1	7,9	154	0,395	49,9	19,4	390	4	19	51
22.8.	7,4	-	0,7	4,1	2,5	0,1	8,2	150	0,409	49,9	18,3	367	4	26	65
27.8.	7,8	-	0,8	4,1	2,7	0,1	8,0	156	0,418	52,0	19,4	373	3	14	41
29.8.	6,4	-	0,3	2,9	3,1	0,1	7,6	149	0,391	51,6	19,6	381	4	21	56
2.9.	6,8	-	0,3	2,8	3,5	0,1	7,7	142	0,381	49,3	18,4	373	4	22	47
5.9.	7,3	-	0,8	3,6	2,6	0,4	7,8	149	0,386	49,3	19,0	386	5	28	55

Tabelle 13: Blutstatus im Zeitablauf

Pferd 5

Dat	W	B	E	N	L	M	R	Hb	Ht	MCV	MCH	MCHC	BKS 10'	BKS 30'	BKS 60'
1.7.	6,5	-	0,3	3,4	2,3	0,1	7,0	125	0,308	44,2	18,0	407	30	89	114
4.7.	6,2	-	0,2	3,8	2,1	0,1	6,7	130	0,350	51,9	19,2	370	13	79	123
7.7.	7,4	0,1	0,1	5,4	1,5	0,3	6,7	124	0,344	51,3	18,5	360	12	78	126
10.7.	7,1	-	0,2	4,2	2,6	0,1	5,4	114	0,323	59,5	21,0	353	16	72	125
15.7.	8,2	-	0,6	4,8	2,6	0,2	6,2	120	0,333	53,6	19,3	360	9	75	124
18.7.	9,3	-	0,5	4,7	3,8	0,3	7,2	124	0,362	50,1	19,1	343	11	69	117
22.7.	9,9	-	0,7	6,0	2,5	0,7	7,1	134	0,340	47,6	18,8	394	14	73	118
25.7.	7,5	-	-	4,6	2,8	0,1	6,8	119	0,326	47,7	17,4	365	15	88	122
28.7.	11,0	0,1	0,4	6,2	4,1	0,2	7,6	120	0,345	45,1	15,7	348	9	64	114
31.7.	7,5	0,1	0,4	3,9	2,6	0,5	7,0	119	0,338	48,1	16,9	352	16	89	125
5.8.	7,8	-	0,6	4,7	2,3	0,2	6,9	119	0,337	48,8	17,1	352	6	78	123
8.8.	5,4	-	0,3	2,4	2,5	0,2	6,0	110	0,313	51,9	18,2	351	23	79	123
12.8.	5,6	-	0,2	2,6	2,7	0,1	5,6	117	0,317	57,0	21,0	368	18	83	125
15.8.	7,8	-	0,1	4,5	2,8	0,4	6,3	124	0,338	53,8	19,7	367	11	63	112
19.8.	6,9	0,1	0,5	3,2	2,9	0,2	6,9	115	0,310	44,8	16,6	371	16	66	116
22.8.	6,0	0,1	0,3	2,9	2,6	0,1	6,2	112	0,319	51,7	18,1	351	17	90	131
27.8.	5,7	-	0,2	3,2	2,2	0,2	5,9	112	0,307	51,7	18,8	365	20	93	144
29.8.	5,8	-	0,1	2,9	2,8	0,1	6,0	118	0,317	53,1	19,7	372	16	83	126
2.9.	4,8	-	0,2	2,2	2,3	0,1	5,4	108	0,293	53,9	19,8	369	20	96	126
5.9.	5,5	0,1	0,1	3,6	1,6	0,1	6,0	118	0,314	52,2	19,6	376	16	88	131

Tabelle 14: Blutstatus im Zeitablauf

Pferd 6

Dat	W	B	E	N	L	M	R	Hb	Ht	MCV	MCH	MCHC	BKS 10'	BKS 30'	BKS 60'
1.7.	8,9	-	0,2	4,4	4,3	0,1	5,9	126	0,396	57,5	21,4	372	60	109	112
4.7.	8,0	-	0,4	3,8	3,8	0,1	6,6	133	0,363	54,6	20,0	367	14	95	126
7.7.	8,7	-	0,3	5,3	2,8	0,3	7,2	150	0,406	56,4	20,8	369	8	87	122
10.7.	8,1	-	0,6	2,9	4,4	0,2	6,4	130	0,351	55,0	20,7	370	21	99	129
15.7.	8,1	-	0,2	4,9	2,8	0,2	6,1	125	0,354	57,6	20,3	353	12	89	125
18.7.	8,2	-	0,2	4,7	3,1	0,1	7,1	136	0,376	52,9	17,1	362	12	86	126
22.7.	9,3	-	0,6	4,7	3,7	0,3	7,0	139	0,372	53,4	19,9	374	5	92	125
25.7.	9,7	0,1	0,3	5,1	3,9	0,3	7,5	130	0,348	46,6	17,4	374	12	98	127
28.7.	11,1	-	0,4	6,7	3,8	0,2	7,3	130	0,370	50,3	17,7	351	15	84	123
31.7.	9,6	-	0,3	5,4	3,7	0,2	6,8	131	0,356	52,7	19,4	368	14	92	126
5.8.	7,8	0,1	0,2	3,6	3,7	0,1	6,9	133	0,362	52,7	19,9	367	9	97	127
8.8.	8,5	0,1	0,3	5,4	2,6	0,2	6,7	133	0,367	54,9	19,1	362	19	89	126
12.8.	6,5	0,1	0,3	2,5	3,6	0,1	6,3	145	0,381	60,4	23,0	380	14	85	120
15.8.	8,5	-	0,3	4,3	3,7	0,1	6,8	144	0,389	57,1	21,1	370	4	76	119
19.8.	8,1	-	0,4	4,6	3,0	0,1	6,5	138	0,360	55,4	21,2	383	17	75	120
22.8.	8,0	0,1	0,6	4,2	2,6	0,6	6,8	137	0,368	54,3	20,3	372	14	83	123
27.8.	7,1	-	0,6	4,0	2,3	0,2	6,7	140	0,371	55,5	20,9	377	12	73	119
29.8.	7,0	-	0,2	3,9	2,7	0,2	6,8	144	0,371	54,6	21,2	388	10	58	106
2.9.	5,6	-	0,1	3,0	2,4	0,1	6,4	133	0,352	54,9	20,7	378	18	92	121
5.9.	6,0	0,1	0,4	3,2	2,2	0,2	7,1	151	0,396	55,3	21,1	381	7	53	1o2

Tabelle 15: Blutstatus im Zeitablauf

	P 1			P 3			P 4			P 5			P 6		
	$\bar{x}$ Ø		$\bar{x}$ D	$\bar{x}$ Ø		$\bar{x}$ D	$\bar{x}$ Ø		$\bar{x}$ D	$\bar{x}$ Ø		$\bar{x}$ D	$\bar{x}$ Ø		$\bar{x}$ D
Dat	Kl	/um	/um	Kl	/um	/um	Kl	/um	/um	Kl	/um	/um	Kl	/um	/um
1.7.	22,6	5,2	2,32	22,8	5,2	2,45	22,2	5,1	2,42	24,3	5,6	1,82	23,1	5,3	2,62
4.7.	24,6	5,6	1,93	24,6	5,6	2,10	24,3	5,6	2,04	24,6	5,6	2,08	23,0	5,3	2,50
7.7.	22,5	5,2	2,37	23,3	5,3	2,35	22,7	5,2	2,78	22,9	5,2	2,38	22,9	5,2	2,61
10.7.	22,9	5,2	2,20	24,2	5,6	2,15	24,4	5,6	2,02	24,8	5,7	2,35	22,5	5,2	2,64
15.7.	22,4	5,1	2,31	22,7	5,2	2,47	23,7	5,4	2,02	23,8	5,5	2,30	22,7	5,2	2,71
18.7.	22,7	5,2	2,02	23,6	5,4	2,05	22,8	5,2	2,11	22,6	5,2	2,38	23,4	5,4	2,34
22.7.	22,6	5,2	2,20	22,8	5,2	2,41	22,8	5,2	2,17	23,0	5,3	2,18	23,4	5,4	2,37
25.7.	23,1	5,3	2,06	22,0	5,0	2,43	22,7	5,2	2,19	23,6	5,4	2,08	21,9	5,0	2,35
28.7.	20,9	4,8	3,26	23,4	5,4	2,14	20,6	4,7	2,61	22,3	5,1	2,20	22,2	5,1	2,48
31.7.	23,0	5,3	2,07	22,8	5,2	2,35	23,6	5,4	2,13	22,0	5,0	2,41	22,6	5,2	2,50
5.8.	21,2	4,9	2,50	21,9	5,0	2,11	23,0	5,3	2,24	21,0	4,8	2,18	21,5	4,9	2,77
8.8.	25,1	5,8	1,80	24,3	5,6	2,14	22,8	5,2	2,31	22,5	5,2	2,49	23,4	5,4	2,43
12.8.	21,3	4,9	3,00	22,8	5,2	2,74	23,4	5,4	2,46	21,7	5,0	2,94	21,8	5,0	3,09
15.8.	22,7	5,2	2,36	23,2	5,3	2,57	22,7	5,2	2,20	22,6	5,2	2,55	22,0	5,0	2,86
19.8.	21,6	5,0	2,61	22,0	5,0	2,75	24,2	5,5	2,07	22,7	5,2	2,11	23,4	5,4	2,45
22.8.	22,2	5,1	2,42	23,2	5,3	2,78	23,5	5,4	2,19	22,5	5,2	2,48	22,2	5,0	2,68
27.8.	21,9	5,0	2,59	23,7	5,4	2,34	23,7	5,4	2,30	22,1	5,1	2,57	22,3	5,1	2,71
29.8.	22,8	5,2	2,35	22,0	5,0	2,76	22,3	5,1	2,51	22,6	5,2	2,52	24,3	5,6	2,25
2.9.	23,7	5,4	2,16	24,6	5,6	2,18	23,0	5,3	2,26	23,0	5,3	2,42	23,1	5,3	2,50
5.9.	22,2	5,1	2,49	23,6	5,4	2,32	23,5	5,4	2,17	21,6	5,0	2,71	23,0	5,3	2,53

1 Klasse = 0,229 /u

Tabelle 16: Mittlerer Erythrocytendurchmesser ($\bar{x}$Ø) und mittlere Dicke der Erythrocyten ($\bar{x}$D) im Zeitablauf (Gesamtblut)

	P 1		P 3		P 4		P 5		P 6	
Datum	$\bar{x}$ Ø l		$\bar{x}$ Ø l		$\bar{x}$ Ø l		$\bar{x}$ Ø l		$\bar{x}$ Ø l	
	Kl	/um	Kl	/um	Kl	/um	Kl	/um	Kl	/um
1.7.	22,1	5,1	22,2	5,1	21,6	4,9	21,2	4,9	21,5	4,9
4.7.	22,3	5,1	21,9	5,0	20,8	4,8	20,8	4,8	21,4	4,9
7.7.	20,5	4,7	23,0	5,3	21,9	5,0	21,6	4,9	21,9	5,5
10.7.	20,9	4,7	22,7	5,2	22,5	5,2	22,1	5,1	21,8	5,0
15.7.	20,3	4,6	19,6	4,5	21,3	4,9	19,8	4,5	21,3	4,9
19.7.	21,0	4,8	22,1	5,1	20,9	4,8	21,3	4,9	20,1	4,6
22.7.	20,6	4,7	21,7	5,0	21,7	5,0	21,3	4,9	21,8	5,0
25.7.	21,8	5,0	21,2	4,9	21,6	4,9	20,4	4,7	19,7	4,5
28.7.	18,5	4,2	21,2	4,9	20,4	4,7	20,1	4,6	20,0	4,6
31.7.	21,4	4,9	20,7	4,7	20,1	4,6	20,3	4,6	20,9	4,8
5.8.	19,3	4,4	20,5	4,7	19,6	4,5	20,2	4,6	19,9	4,6
8.8.	22,0	5,0	22,3	5,1	19,9	4,6	22,2	5,1	21,8	5,0
12.8.	20,2	4,6	21,0	4,8	22,6	5,2	21,3	4,9	20,2	4,6
15.8.	20,9	4,8	22,1	5,1	21,8	5,0	20,1	4,6	10,4	4,7
19.8.	21,2	4,9	22,3	5,1	21,0	4,8	20,9	4,8	22,0	5,0
22.8.	22,0	5,0	20,4	4,7	20,1	4,6	21,4	4,9	21,0	4,8
27.8.	20,6	4,7	22,4	5,1	21,1	4,8	20,7	4,7	20,6	4,7
29.8.	20,6	4,7	20,6	4,7	20,6	4,7	22,8	5,2	23,8	5,4
2.9.	21,8	5,0	22,2	5,1	22,0	5,0	21,5	4,9	22,2	5,1
5.9.	21,1	4,8	22,6	5,2	21,0	4,8	22,1	5,1	22,1	5,1

1 Klasse = 0,229 /um

Tabelle 17: Mittlere Durchmesser der leichten Erythrocyten im Zeitablauf

Pferd 1 Blutausstrich

Dat	Klassen 15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Summe
1.7.				2	8	19	24	50	38	25	23	6	4	1			200
4.7.						8		5	29	48	57	46	12	1			206
7.7.		1	8	19	37	32	40	37	15	6	4	1					2oo
10.7.				1	3	13	27	41	40	40	18	15	2				200
15.7.				1	8	24	35	37	40	27	14	11	3				200
18.7.				2	9	23	31	29	33	28	27	14	4				200
22.7.		1	8	12	31	31	44	34	24	8	2						200
25.7.					4	10	21	35	55	36	19	12	6	2			200
28.7.		8	8	16	27	29	36	28	26	20	5	3					206
31.7.				1	3	12	29	44	35	45	21	9	7	3			208
5.8.			2	14	21	41	37	28	32	15	9	1					200
8.8.							3	4	15	35	35	35	39	24	7	3	200
12.8.		1	2	7	18	35	46	37	31	17	5	1					200
15.8.				2	4	13	34	36	50	35	16	6	2	1	1		200
19.8.				8	22	35	38	33	26	20	13	4	1				200
22.8.				3	4	20	46	44	34	11	4						200
27.8.			2	6	19	19	42	35	30	22	19	4	2				200
29.8.				1	11	14	33	26	37	36	28	9	3	1	1		200
2.9.					1	3	11	30	38	55	34	22	6				200
5.9.			1	3	16	29	34	19	36	38	11	8	5				200
gesamt		16	31	98	246	410	611	632	664	590	371	211	96	33	9	3	
in %		0,4	0,8	2,4	6,1	10,2	15,2	15,7	16,5	14,7	9,2	5,2	2,4	0,8	0,2	0,1	

Tabelle 18: Durchmesserverteilung der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Zeitablauf

Pferd 3 Blutausstrich

	Klassen																	
Dat	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Summe
1.7.				2	10	18	22	43	31	19	22	19	4	5				195
4.7.					2	2	10	16	23	39	36	38	20	10	3			199
7.7.				1	4	10	29	35	32	30	21	23	10	3	1	1		200
10.7.						4	14	28	37	34	28	29	10	11	3	1		199
15.7.					7	19	34	36	34	33	23	9	6					201
18.7.					3	9	20	36	32	32	32	18	14	2	2			200
22.7.				4	8	21	25	33	38	23	22	12	9	3				198
25.7.			3		11	34	33	26	22	28	17	7	3	1	1			187
28.7.			1	1	5	14	15	28	31	46	30	21	3	4	1			200
31.7.			1	2	7	20	33	31	33	27	21	18	3	3	1			200
5.8.		1	1	4	16	28	34	37	38	20	18	2	1					200
8.8.					4	10	20	24	24	22	22	33	20	10	9	2	1	201
12.8.			1	2	17	19	24	27	28	30	26	14	6	5	1			200
15.8.					3	10	26	35	44	30	24	18	8	2				200
19.8.		1	1	4	19	22	32	37	30	20	25	15	2	2				210
22.8.			1	1	3	11	32	33	30	37	24	14	11	2	1			200
27.8.			2		10	9	19	27	32	24	26	19	20	7	5			200
29.8.			1	10	14	28	30	31	33	29	12	11	1					200
2.9.						7	11	16	29	35	29	35	22	13	2	1		200
gesamt		2	12	32	144	301	485	610	635	595	492	375	181	88	31	5	1	
in %		0,1	0,3	0,8	3,6	7,6	12,2	15,3	15,9	14,9	12,3	9,4	4,5	2,2	0,8	0,1	0	

Tabelle 19: Durchmesserverteilung der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Zeitablauf

Pferd 4 Blutausstrich

Dat	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Summe
1.7.			1	2	11	31	40	32	34	20	15	13	2	1				202
4.7.					1	3	11	26	29	39	34	37	10	7	1	1	1	200
7.7.			1	3	6	24	26	38	30	29	19	15	10					201
10.7.				2	2	2	9	21	32	34	33	36	17	9	2	2		201
15.7.				1	1	6	14	32	32	40	41	16	9	3	1			196
18.7.				6	12	19	28	30	25	30	24	13	12	2				201
22.7.			1	2	8	19	23	40	29	35	25	12	5	1				200
25.7.				2	13	15	26	37	38	26	25	11	4	1	2			200
28.7.		1	5	18	34	33	44	38	26	8	3							200
31.7.					5	7	24	27	36	29	35	17	10	8	2			200
5.8.				1	5	8	30	37	45	33	25	10	5	1				200
8.8.				3	8	24	21	37	30	30	28	11	3	4	1			200
12.8.					1	18	21	33	40	28	20	16	13	7	2	1		200
15.8.				1	3	21	42	36	33	21	24	11	4	2	2			200
19.8.					1	3	25	31	36	29	22	32	21	5	5			199
22.8.					5	10	22	28	38	32	29	14	15	4	2	1		200
27.8.					4	6	19	34	28	44	24	22	11	5	2	1		200
29.8.				1	7	27	36	40	38	29	7	11	3	1				200
2.9.					4	10	29	37	43	33	24	15	2	2	1			200
5.9.					2	7	19	34	36	44	32	15	9	1	1			200
gesamt		1	8	42	133	293	499	668	668	613	489	327	165	64	24	6	1	
in %		0	0,2	1,1	3,3	7,3	12,5	16,7	16,7	15,3	12,2	8,2	4,1	1,6	0,6	0,2	0	

Tabelle 20: Durchmesserverteilung der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Zeitablauf

Pferd 5 Blutausstrich

Dat	Klassen 15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Summe
1.7.				1	3	5	16	25	21	32	32	27	23	10	3			197
4.7.						2	1	18	22	57	46	35	12	6	1			200
7.7.				2	5	9	26	37	47	34	29	9	1	1				200
10.7.						4	7	12	25	41	43	31	14	18	3	2	1	201
15.7.					1	3	14	29	41	42	35	16	8	5	1			195
18.7.			2	14	22	30	41	31	32	22	5		1					200
22.7.				1	4	7	31	39	39	35	28	13	3					200
25.7.					1	2	14	39	58	36	34	13	9	3				209
28.7.					4	22	36	54	43	26	12	1	1					199
31.7.		1	1	2	17	24	37	42	30	29	8	4	4	1				200
5.8.	1	2	8	18	21	27	40	29	32	14	7	1						200
8.8.			1	6	11	19	30	34	34	29	19	8	4	2	2			199
12.8.				4	8	29	49	51	34	18	6	1						200
15.8.					3	11	16	32	36	31	41	15	10	4	1			200
19.8.				1	10	16	33	37	30	32	21	14	5	1				200
22.8.				2	3	20	32	47	38	25	24	7	2					200
27.8.		1	1	2	11	28	39	35	34	27	14	8						200
29.8.					6	16	34	36	43	39	17	8	1					200
2.9.					3	10	26	43	39	34	27	14	2	2				200
5.9.			4	6	20	38	30	40	23	20	13	6						200
gesamt	1	4	17	59	153	322	552	710	701	623	461	231	100	53	11	2	1	
in %	0	0,1	0,4	1,5	3,8	8,0	13,8	17,8	17,5	15,6	11,5	5,8	2,5	1,3	0,3	0,1	0	

Pferd 6 Blutausstrich

Dat	Klassen 15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Summe
1.7.					3	18	24	36	38	30	28	15	6	1	1			200
4.7.				1	1	9	29	41	38	45	22	8	4	2				200
7.7.		1		1	2	12	28	47	32	36	25	12	4					200
10.7.				2	1	9	22	30	27	24	38	25	13	7	2			200
15.7.						1		1	17	31	41	47	31	24	4	3		200
18.7.		3	20	25	41	33	28	18	16	11	4	1						200
22.7.			1	2	4	10	23	31	33	39	32	17	9	4	2			207
25.7.		6	19	29	45	33	28	20	11	6	2							199
28.7.					12	25	37	46	29	29	13	6	3					200
31.7.			1	2	4	22	25	40	41	30	21	12	2					200
5.8.			5	5	17	32	37	48	27	16	8	4	1					200
8.8.					1	8	25	28	44	33	33	18	8	1	1			200
12.8.		1	2	5	10	23	46	46	31	21	10	3	2					200
15.8.			2	5	15	24	37	38	35	19	14	8	2	1				200
19.8.					3	7	22	38	33	36	33	20	5	3				200
22.8.		1	3	6	12	34	24	32	29	23	20	9	4	2	1			200
27.8.				1	10	24	40	40	32	25	22	4	1	1				200
29.8.					1	2	13	37	30	35	23	20	20	11	7	1		200
2.9.				1	2	5	24	43	50	35	24	12	3	1				200
5.9.					2	13	26	39	49	33	21	14	4	1				200
gesamt		12	53	85	186	344	538	699	642	557	434	255	120	59	18	4		
in %		0,2	1,3	2,1	4,6	8,5	13,3	17,2	15,8	13,7	10,7	6,3	3,0	1,5	0,4	0,1		

Tabelle 22: Durchmesserverteilung der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Zeitablauf

Pferd 1 Leichte Erythrocyten

Dat	Klassen 15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Summe
1.7.			6	32	37	30	37	16	14	3	2					177
4.7.			2	2	7	17	35	45	40	28	11	9	2	1		199
7.7.		1	8	19	37	32	40	37	15	6	4	1				200
10.7.			4	8	32	44	39	34	20	14	3	2				200
15.7.		3	8	29	37	38	29	26	19	8	3					200
18.7.		2	5	12	32	34	37	30	27	13	6	1	1			200
22.7.			6	21	40	41	26	26	23	16	2	1				202
25.7.		1	4	3	17	28	40	34	30	21	12	7	3			200
28.7.	7	29	31	40	29	25	24	11	4							200
31.7.			3	4	26	41	36	27	32	21	7	2	1			200
5.8.	7	12	23	35	30	30	34	21	4	4						200
8.8.			1	8	13	23	39	35	31	24	18	4	3			199
12.8.			8	26	33	46	45	30	9	2	1					200
15.8.			2	9	25	47	54	34	13	15	1					200
19.8.			1	16	23	27	45	33	30	20	4	1				200
22.8.				2	12	25	40	46	31	26	14	4				200
27.8.	1	3	5	22	37	33	33	28	20	10	7	1				200
29.8.		2	3	23	35	39	26	37	25	10						200
2.9.				3	11	34	41	45	29	24	10	3				200
5.9.	1	3	3	12	20	29	32	44	29	17	9	1				200
gesamt	16	56	123	326	533	663	732	639	445	282	114	37	10	1		
in %	0,4	1,4	3,1	8,2	13,4	16,7	18,4	16,1	11,2	7,1	2,9	0,9	0,3	0		

Tabelle 23: Durchmesserverteilung der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Zeitablauf

Pferd 3 Leichte Erythrocyten

Dat	Klassen 15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Summe
1.7.		1	2	8	14	39	39	27	23	30	8	7	4	1		203
4.7.				13	15	27	36	42	25	23	11	7	1		1	201
7.7.					2	10	37	40	34	31	27	9	5	4	1	200
10.7.				3	5	16	32	47	33	32	25	8	3	3		207
15.7.	1	5	17	38	37	42	28	18	7	4	2	1				200
18.7.			2	5	28	29	39	33	35	25	9	7	1	1		204
22.7.	1	1	2	8	19	31	30	41	26	17	9	10	5			200
25.7.			10	15	22	32	42	27	14	13	19	5	1			200
28.7.	1	2	3	13	29	38	26	26	34	14	11	1	2			200
31.7.		3	7	18	34	36	25	30	28	14	3	2				200
5.8.		2	6	28	37	35	27	35	13	12	4	1				200
8.8.			1	3	17	35	25	28	32	22	18	10	5	4		200
12.8.			5	12	30	38	39	33	19	18	3	3				200
15.8.			4	5	11	20	34	46	34	25	13	5	3			200
19.8.				1	2	26	28	56	45	25	15	2				200
22.8.			7	17	37	48	40	28	15	8						200
27.8.				3	13	28	20	41	35	28	17	9	5	1		200
29.8.			4	12	30	55	43	28	19	6	3					200
2.9.				1	9	23	39	48	38	26	8	5	3			200
5.9.				1	10	26	36	32	33	28	21	8	3	2	1	200
gesamt	3	14	70	209	401	634	665	706	542	391	226	100	41	16	3	
in %	0,1	0,3	1,7	5,1	10,0	15,8	16,6	17,6	13,5	9,7	5,6	2,5	1,0	0,4	0,1	

Tabelle 24: Durchmesserverteilung der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Zeitablauf

Pferd 4 Leichte Erythrocyten

Dat	Klassen 15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Summe
1.7.			2	22	24	47	37	29	18	11	6	1	2		1	200
4.7.				3	10	34	46	35	29	22	13	6	1			199
7.7.			1		13	33	35	46	35	23	9	5	1			201
10.7.				2	7	24	32	43	28	31	20	10	3			200
15.7.		1	2	8	19	42	48	32	25	17	7		1	1		203
18.7.		2	5	23	27	42	30	29	19	20	4	3	1	1		206
22.7.			2	6	18	27	44	34	31	24	10	4				200
25.7.		1	4	9	21	39	27	31	25	18	17	4	4			200
28.7.		2	3	15	25	37	46	31	27	10	4					200
31.7.	1	5	15	28	31	37	33	23	18	7	2	1	1			202
5.8.	3	9	16	40	35	28	33	21	10	4	1					200
8.8.	3	3	17	26	35	44	31	21	10	6	3	1				200
12.8.				2	4	10	34	44	45	45	9	4	3			200
15.8.			2	5	14	23	48	35	39	21	11	2				200
19.8.			4	15	28	36	38	32	26	12	7	1	1			200
22.8.		5	8	25	33	44	44	27	11	2	1					200
27.8.		1	5	19	25	39	26	27	27	20	7	4				200
29.8.			4	13	32	53	39	33	19	5	2					200
2.9.				1	2	14	29	43	39	27	24	12	7	2		200
5.9.				1	10	30	37	43	43	23	12	1				200
gesamt	7	29	90	263	413	683	737	659	524	348	169	59	25	4	1	
in %	0,2	0,7	2,2	6,6	10,3	17,0	18,4	16,4	13,1	8,7	4,2	1,5	0,6	0,1	0	

Tabelle 25: Durchmesserverteilung der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Zeitablauf

Pferd 5 Leichte Erythrocyten

Dat	Klassen 15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Summe
1.7.		1	1	16	29	31	36	36	22	13	13	2				200
4.7.			2	2	26	56	50	48	11	4	1					200
7.7.				3	19	29	51	43	26	20	8	1				200
10.7.			1	5	16	21	30	37	36	33	15	4	2			200
15.7.		2	18	32	40	41	29	18	10	5	2					197
18.7.			2	14	22	30	41	31	32	22	5		1			200
22.7.		4	3	18	18	33	31	25	33	18	15	2				200
25.7.		3	4	13	42	39	43	27	12	5	2					190
28.7.	1	3	14	38	31	29	33	23	18	7	3	1				201
31.7.		1	6	22	35	52	34	27	12	9	2					200
5.8.		2	2	12	29	30	37	35	29	15	7	2				200
8.8.			4	5	11	33	27	32	23	32	18	12	3			200
12.8.			1	4	14	36	55	52	29	8	1					200
15.8.		2	11	28	37	43	32	29	12	4	2					200
19.8.		2	4	18	30	34	37	28	29	13	4	1				200
22.8.			1	10	17	32	39	52	27	16	6	2				202
27.8.		3	2	18	36	37	37	32	23	8	3	1				200
29.8.			1	4	5	17	35	29	30	32	25	14	7	1		200
2.9.				6	16	43	40	39	28	18	9	1				200
5.9.				3	9	30	35	38	46	20	14	5				200
gesamt	1	23	77	271	482	696	752	681	488	302	155	48	13	1		
in %	0	0,6	1,9	6,8	12,1	17,4	18,9	17,1	12,2	7,6	3,9	1,2	0,6	0		

Tabelle 26: Durchmesserverteilung der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Zeitablauf

Pferd 6 Leichte Erythrocyten

Dat	Klassen 15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Summe
1.7.				10	18	37	42	30	38	8	10	5	1	1		200
4.7.			1	12	24	38	53	32	21	14	4	1				200
7.7.					2	5	9	39	37	39	25	23	15	10	1	205
10.7.				7	15	29	34	29	38	29	12	5	1			199
15.7.			5	11	32	32	30	27	26	25	6	4	2			200
18.7.		3	20	25	41	33	28	18	16	11	4	1				200
22.7.				9	13	26	41	36	38	24	9	2	1			199
25.7.		6	19	29	45	33	28	20	11	6	2					199
28.7.	1	6	17	36	30	37	28	23	17	9	3	1				208
31.7.		1	3	12	30	41	44	27	32	5	4	1				200
5.8.	1	1	14	28	42	35	42	18	15	3	1					200
8.8.			2	4	12	39	40	35	26	26	7	5	3	1		200
12.8.		3	5	24	35	51	50	14	11	4	3					200
15.8.		3	14	25	33	37	26	28	18	6	8	1	1			200
19.8.			2	5	10	20	37	42	37	30	15	2				200
22.8.		1	7	11	33	32	36	26	29	17	7	1				200
27.8.		2	7	22	31	39	27	42	15	9	4	2				200
29.8.					1	3	19	21	38	46	37	28	7			200
2.9.					3	7	21	37	45	35	39	10	3			200
5.9.				1	9	21	37	46	44	33	8	1				200
gesamt	2	26	116	271	459	595	672	590	552	379	208	93	34	12	1	
in %	0,1	0,7	2,9	6,8	11,5	14,8	16,8	14,7	13,8	9,4	5,2	2,3	0,9	0,3	0	

Tabelle 27: Durchmesserverteilung der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) im Zeitablauf

Alle Pferde zusammen Blutausstrich

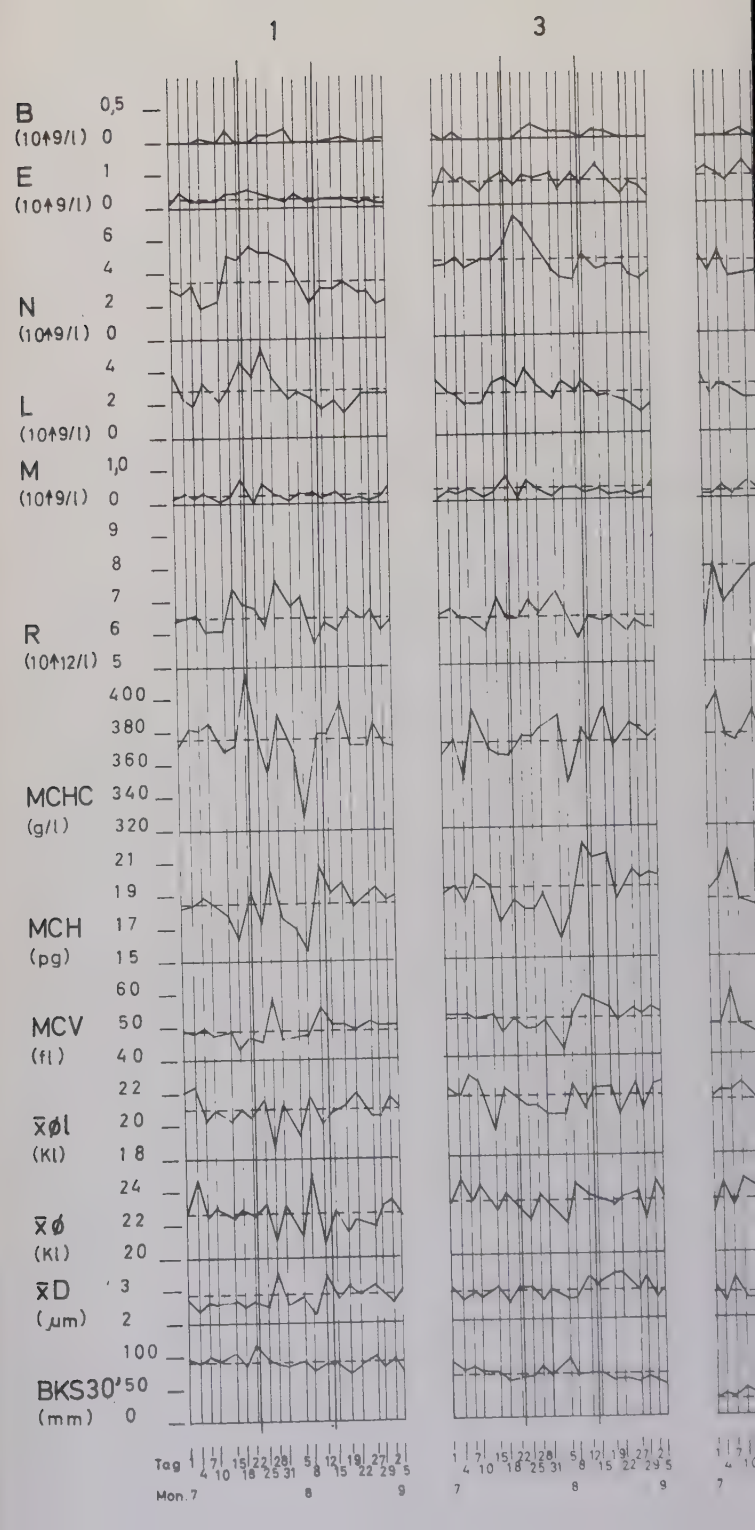
	Klassen																
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
P 1		16	31	98	246	410	611	632	664	590	371	211	96	33	9	3	
P 3		2	12	32	144	301	485	610	635	595	492	375	181	88	31	5	1
P 4		1	8	42	133	293	499	668	668	613	489	327	165	64	24	6	1
P 5	1	4	17	59	153	322	552	710	701	623	461	231	100	53	11	2	1
P 6		12	53	85	186	344	538	699	642	557	434	255	120	59	18	4	
gesamt	1	35	121	316	862	1670	2685	3319	3310	2978	2247	1399	662	297	93	20	3
in %	0	0,2	0,6	1,6	4,3	8,3	13,4	16,6	16,5	14,9	11,2	7,0	3,3	1,4	0,5	0,1	0

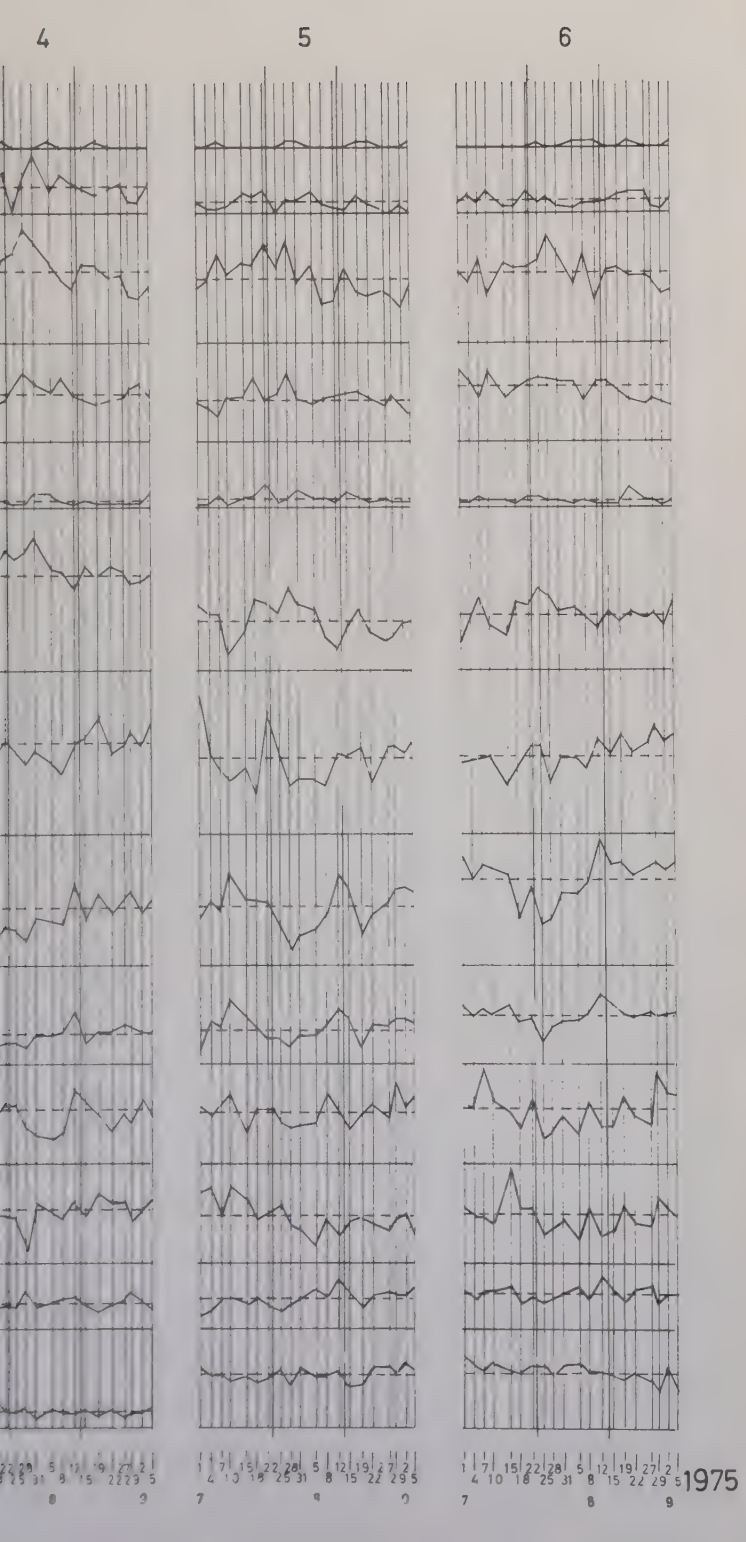
Alle Pferde zusammen Leichte Erythrocyten

	Klassen																
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
P 1	16	56	123	326	533	663	732	639	445	282	114	37	10	1			
P 3	3	14	70	204	401	634	665	706	542	391	226	100	41	16	3		
P 4	7	29	90	263	413	683	737	659	524	348	169	59	25	4	1		
P 5	1	23	77	271	482	696	752	681	488	302	155	48	13	1			
P 6	2	26	116	271	459	595	672	590	552	379	208	93	34	12	1		
gesamt	29	148	476	1335	2288	3271	3558	3275	2551	1702	872	337	123	34	5		
in %	0,2	0,7	2,4	6,7	11,4	16,4	17,8	16,4	12,8	8,5	4,4	1,7	0,6	0,2	0		

Tabelle 28: Zusammengefaßte Durchmesserverteilungen der Erythrocyten (Price-Jones-Kurven) aus 2o Untersuchungen je Pferd und Gesamtverteilung aus 1oo Untersuchungen

Abbildung 13: Darstellung der bei den Pferden 1, 3, 4, 5 und 6 erhobenen Daten im Zeitablauf


1
3
B (10↑9/l) 0,5 0
E (10↑9/l) 1 0
N (10↑9/l) 6 4 2 0
L (10↑9/l) 4 2 0
M (10↑9/l) 1,0 0
R (10↑12/l) 9 8 7 6 5
MCHC (g/l) 400 380 360 340 320
MCH (pg) 21 19 17 15
MCV (fl) 60 50 40
x̄ø l (Kl) 22 20 18
x̄ ø (Kl) 24 22 20
x̄ D (µm) 3 2
BKS30'/50 (mm) 100 0
Tag
Mon. 7 8 9


4
5
6
1975

VI. Literaturverzeichnis

Albritton, E.C.(1952) — Standard Values in Blood
Philadelphia & London
W.B. Saunders Company

Allen, B.V. & Archer, R.K. (1973) — Studies with Normal Erythrocytes of the English Thoroughbred Horse
Equine Vet.J.5,135-136

Archer, R.K. & Miller, W.C. (1959) — The interpretation of haematological examinations in thoroughbred horses
Veterin. Rec.71,273-277

Arnhold, J. (1937) — Ober Unterschiede im Normal- (Ruhe-) Blutbild zwischen warmblütigen und kaltblütigen Pferden und das Verhalten beider unmittelbar nach der Arbeitsleistung
Leipzig, Diss.Vet.-Med.

Augsburger, E. (1919) — Blutbefunde beim Lungendampf des Pferdes
Schweiz. Arch. Thkde,61,199-228

Becker, W.,Keller, H., Teufel, P. (1974) — Die Rhinovirusinfektion des Pferdes
Berl.Münch.Tierärztl.Wschr.87, 3o5-3o8

Biology Data Book (1973) — Federation of American Societiesfor Experimental Biology, 2nd Ed.
Bethesda, Maryland

Bleil, E. (1936) — Erythrocytometrie bei gesunden und kranken Tieren (Hund, Pferd)
Gießen, Diss.Vet.-Med.

Burrows, R. (1969) — Equine Rhinoviruses
Proc.2nd int. Conf. Equine Infectious Diseases, Paris 1969, pp.154-164
(Karger,Basel/München/New York,197o)

Dehner, O. (1957) Untersuchungen über die Eryhtrocytenzahl des Pferdes Dtsch.tierärztl. Wschr.64,35o-353

Döppert, F. (1920) Erythrocyten von Haussäugetieren Hannover, Diss.Vet.-Med.

Döppert, F. (1921) Vergleichende Untersuchungen über den Hämoglobingehalt des Pferdeblutes und seine Beziehung zur Zahl der Erythrocyten Dtsch.tierärztl.Wschr.29,42-43

Drastich,L.(1928) Ist die Konzentration des Blutfarbstoffes im Blutkörperchen bei allen Tieren konstant? Pflügers Arch.Physiol.219,227-232 cit.n.Hagedorn,K.

Dremjatsky, Posdrenik, Turandin, Uwaroff, Zwetkoff, (1929) Der Blutzustand bei gesunden und kranken Pferden Arch.wiss.prakt.Thkde.6o,33o-34o

Duerst,J.U.(1922) Die Beurteilung des Pferdes Verlag F. Enke, Stuttgart

Durroux, P.P.D.(1908) Contribution à l'étude du sang des equides;rapport leucocytaires du sang du cheval Bordeaux, Thesis No. 14o zit.n. Scarborough, R.A.

Ferri, S., Medeiros,L.O., Barros, V.R.N.M.(1972) Size Distribution Changes in Peripheral Erythrocytes of the Thoroughbred Foal Zbl.Veter.-Med.19, 364-369

Fröhner, E. (1919) Klinische Untersuchungen über die infektiöse Anämie der Pferde Monatsh.Thkde.29,358-395

Funk, W.(1919) — Zur Kenntnis der posthämorrhagischen Anämie des Pferdes, Berlin, Diss.Vet.-Med.

Gerber, H. (1969) — Das rote Blutbild bei chronischen Lungenkrankheiten des Pferdes Schweiz.Arch.Thkde. 111, 142-148

Goodall, A. (191o) — J. Path. & Bact. 14, 195-199 zit. n. Scarborough, R.A.

Götze, R. (1923) — Züchterisch-biologische Studien über die Blutausrüstung der landwirtschaftlichen Haustiere. Zeitschr. f. Konstitutionslehre 9, 217-311

Gutschow,K., Raake,W., Rakoczy, F.,Fernández,M.P., Väquez, J.P. (1975) — Zur Diagnostik und Therapie präanämischer Eisenmangelzustände beim Vollblutpferd Berl.Münch.Tierärztl.Wschr.14, 261-265

Gygax, A. & Gerber,H. (1973) — Normalwerte und Altersabhängigkeit des Hämatokriten, der Serumkonzentrationen von Gesamt-Bilirubin, Calcium und anorganischen Phosphaten und der Aktivität der alkalischen Serum-Phosphatase des Pferdes. Schweiz. Arch. Thkde. 115, 321-332

Hagedorn,K. (1974) — Durchmesser, Dicke, mittleres Zellvolumen(MCV), mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration (MCHC) und mittlerer absoluter Hämoglobingehalt (Hb_E) der Erythrocyten beim Pferd Hannover, Diss.Vet.-Med.

Hansen,M.F., Todd,A.C., Kelley, G.W., Hull,F.E. (195oa)
Studies on the hematology of the thoroughbred horse
I. Mares in foal
Am.J.Vet.Res.11, 296-3oo

Hansen,M.F., Todd,A.C. Kelley,G.W.,Cawein,M., Mc Gee,W.R.(195ob)
Studies on the hematology of the Thoroughbred horse
II.Weanlings
Am.J.Vet.Res.11,393-396

Hansen,M.F.,Todd,A.C., Kelley,G.W., Cawein,M., McGee,W.R.(195oc)
Studies on the hematology of the thoroughbred horse
III. Stallions
Am.J.Vet.Res.11,397-399

Hansen,M.F.,Todd,A.C., Kelley,G.W.,Cawein,M. (1951)
Studies on the hematology of the thoroughbred horse
IV.Barren Mares
Am.J.Vet.Res.12, 31-34

Hauber,J.E.(1924)
Beitrag zum Blutbild des gesunden Pferdes, insbesondere des Vollblutpferdes
Arch.f.wiss.u.prakt.Thkde.51,77-89

Hayem,G.(1889)
Du sang et de ses altérations anatomiques
Paris
zit.n.Scarborough,R.A.

Heckner,J.F.(1969)
Der myeloische Monocyt bei konventioneller morphologischer Diagnostik
in:Der Monocyt, Hrsg. Brücher,H., 27-31, J.F. Lehmanns Verlag, München

Heimann,R.(1936)
Untersuchungen über die Größenverhältnisse und den Hämoglobingehalt der Erythrocyten des Reserveblutes bei Pferden
Hannover, Diss. Vet.-Med.

Herrel, H.(1922) Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht. III.Differentialzählung der Lymphocyten und Monocyten im Pferde-Rinder- und Hundeblut Pflügers Arch.Physiol.196, 56o-67o

Heusser, H. (1952) Ober die Blutausrüstung des Pferdes und ihre praktische Bedeutung Schweiz.Arch. Thkde.94,463-475

Höhnke,R.G.(1952) Untersuchungen über quantitative tagesrhytmische Schwankungen der Erythrocyten, des Hämoglobins und der Leukocyten gesunder Pferde Hannover,Diss.Vet.-Med.

Holman, H.H.(1952) A negative correlation between size and number of the erythrocytes of cows, sheep, goats and horses J.Path. and Bact.64,379-384

Hubacek, O.(1940) Erythrocytengröße der Haussäuger (Erythrocytometerbestimmungen) Wien, Diss.Vet.-Med.

Hübner, K.(1924) Die Senkungsgeschwindigkeit der Erythrocyten im Zusammenhang mit anderen Blutuntersuchungen bei gesunden und kranken Pferden Monatsh.f.prakt. Thkde.34,292-3o9

Ilberg,F.(1895) Das Blut des Menschen und der Thiere in forensischer Beziehung mit besonderer Berücksichtigung der neutrophilen Granulationen. Berlin, Diss. zit.n.Scarborough,R.A.

Iljanic,D.,Essert,Z., Jǒsic,M.,Stilinović (195o)
Quantitatives Blutbild und Hämoglobingehalt im Blute der warmblütigen und kaltblütigen Pferde
Zschr.f.Tierzucht u.Züchtungsbiol.58, 8o-1o7

Irvine, C.H.G.(1958)
The Blood Picture in the Race Horse. 1.The Normal Erythrocyte and Hemoglobin Status-A Dynamic Concept
J.of the American Vet.Med.Assoc.133, 97-1o1

Jacob, K. (1952)
Die Blutkörperchensenkung bei Trabrennpferden im Training
Berlin, Diss.Vet.-Med.

Jaeschke, G.(1975)
Vortrag auf dem Symposium "Normalwerte in der Laboratoriumsdiagnostik" d.dtsch. Vet.med.Ges.,Fachgr.Innere Medizin, Gießen am 12. u. 13.2.

Keese, H. (1926)
Die Schwankungsbreite der durch verschiedene chem.-physikalische Untersuchungsmethoden erfaßbaren Eigenschaften des Blutes des Pferdes unter phys.und path. Bedingungen
Biochem.Z.178,184-2o7

Keller, H. (1974)
Klinische Beobachtungen bei virusbedingten respiratorischen Erkrankungen junger Trabrennpferde
Berl.Münch.Tierärztl.Wschr.87,251-254

Knill,L.M.,Conaughy,C.M., Camarena,I.,Day,M.(1969)
Hemogram of the Arabian Horse
Am.J.Vet.Res.3o,295-298

Knoll, K. (1924)
Ober einen Beitrag zum Blutbild des gesunden Pferdes
Gießen, Diss.Vet.-Med.

König (191o)
Untersuchungen über das Verhalten der roten Blutkörperchen und über den Hämoglobingehalt des Blutes bei der rheumatischen Hämoglobinämie der Pferde im Vergleich zu gesunden Pferden und zu anderen inneren Krankheiten
Monath.f.prakt.Thkde.21,1-54

Kolb. E. (1962)
Lehrbuch der Physiologie der Haustiere
Verlag Gustav Fischer, Jena

Komárek,J., Zdeněk,S., (1960)
Beitrag zum normalen Blutbild des Pferdes
Sbornik ceskoslov.Akad. zemedelskych ved, veterin.Med.5, 281-292

Krzywanek, H.(1971)
Das Verhalten einiger Blutparameter bei Trabrennpferden unter Trainings- und Wettkampfbedingungen
Berlin, Habil.Schr.Vet.-Med.

Kudrjasov, M.V.(1940)
Einfluß der Jahreszeit auf physochemische Veränderungen des Pferdeblutes
Ber.ü.d.ges.Phys. 118, 589

Kuhl, P. (1919)
Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht.
I. Untersuchung des Pferde-,Rinder- und Hundeblutes
Gießen, Diss.Vet.-Med.

Lenze, F. (19o9)
Ein Beitrag zur Form und Formveränderung der Erythrocyten und ihr Verhältnis zu den Blutplättchen bei unseren Haustieren
zit. n. Scarborough, R.A.

Mac Leod,J., Ponder,E., Atiken, G.J., Brown,R.B. (1947)
The Blood Picture of the Thoroughbred Horse
Cornell Vet. 37,3o5-313

Magnan, A. (1911)
Compt.rend.Soc.de Biol.71, 495-496
zit. n Scarborough, R.A.

Malassez, L. (1872) — Compt.rend.Acad. Sci., 75,1528-31 zit.n.Scarborough,R.A.

Marek,J.& Mocsy,J. (1956) — Lehrbuch der klinischen Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere Verlag Gustav Fischer,Jena

Marloff, R.(1919) — Die früheren Zählungen der Erythrocyten im Blute verschiedener Tiere sind teilweise mit großen Fehlern behaftet. Gießen, Diss.Vet.-Med.

Mayr, A. (1969) — Vaccination of Horses Against Equine Herpes virus 1 Infection Proc.2nd int. Conf. Equine Infectious Diseases, Paris 1969, pp.154-164 (Karger, Basel/München/ New York ,197o)

Martins,L.F.(1966/67) — Hämogramm bei Vollblutpferden Rev.Fac.Med.veterin., Sao Paulo, 3, 545-558

Medeiros, L.O. Martins, L.F., Ferri, S., Barcelos, S.R. (1971) — Effect of Age on Erythrogram Values of Thoroughbred Horses from 1 to 12 Months of Age Zbl. Vet.Med. 18,395-4oo

Meier, P. (19o6) — Beiträge zur vergleichenden Blutpathologie Z. Tiermedizin 10, 1-5; 66-81

Mikrukow, (1891) — Ober die Veränderungen der Zahl, Form und Widerstandsfähigkeit der roten Blutkörperchen unter dem Einfluß des Rotzkontagiums Jahresber. Vet.Med.11, 33

Nagao, M. (1923) — Ober das Verhalten des Blutes bei gesunden Pferden J.Jap.Soc.Vet.Sci.2,251-262

Neser, C.P.(1922) The Blood of Equines
Biochem. J.16, 77o-779
cit.Stewart,J., Holman, H.

Niepage, H.(1974) Über die Brauchbarkeit des mittleren Volumens (MCV), des mittleren Hämoglobingehaltes (MCH) und der mittleren Hämoglobinkonzentration (MCHC) der roten Blutkörperchen zur Kennzeichnung der Erythrocytenpopulation beim Hund
Zbl.Vet.Med.21, 173-187

Niepage,H. (1974) Methoden der praktischen Hämatologie für Tierärzte
Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg

Niepage, H. (1975) Vortrag auf dem Symposium "Normalwerte in der Laboratoriumsdiagnostik" der deutschen Veterinärmedizinischen Ges., Fachgr. Innere Medizin,
Gießen am 12.u.13.2.

Niepage, H. (1976) Persönliche Mitteilung

Price-Jones, C. (1910) The variation in the sizes of red blood cell.
British Medical J. 2, 1418-1419

Scarborough, R.A.(1931/32) The blood picture of normal laboratory animals (The horse)
Yale J. Biol.Med.3, 431-44o

Sedlak, T.(1972) Erythrocytäre Meßwerte beim Pferd unter Berücksichtigung des Alters, der Rasse und des Geschlechts
Leipzig,Diss.Vet.-Med.

Schalm,O.W., Jain,N.C., Carroll, E.J.(1975) Veterinary Hematology
Verlag Lea & Febiger
Philadelphia

Scheunert, A., Krzywanek, F.W. (1926)
Über reflektorisch geregelte Schwankungen der Blutkörperchenmenge
Pflügers Arch.Physiol.212, 477-478

Scheunert,A.&Müller,C. (1926)
Einfluß von Bewegung und sportlicher Höchstleistung auf die Blutbeschaffenheit des Pferdes
Pflügers Arch.Physiol.212,468-476

Scheunert,A.,Krzywanek, F.W. (1929)
Die Unersetzbarkeit der Milz als Blutkörperchenreservoir
Pflügers Arch.Physiol.221,435-438

Schilling, V.(1952)
Praktische Blutlehre
Verlag Gustav Fischer, Jena

Schindelka, H. (1883)
Hämometrische Untersuchungen an gesunden und an kranken Pferden
Österr.Ztschr. f.Vet.Kde.2, 119-166

Schliesser,T.(1952)
Untersuchungen über die physiologische Tagesschwankung der Leukocytenwerte beim Pferd
München, Diss.Vet.-Med.

Schmidt, C. (1848)
Die Diagnostik verdächtiger Flecke in Criminalfällen
Leipzig
zit. n. Scarborough, R.A.

Schulze, A. (1919)
Vom Blute rotzkranker Pferde
Arch.Thkde.45, 123-167

Smith, J.E., Agar,N.S. (1976)
Studies on Erythrocyte Metabolism following acute Blood Loss in the horse
Equine Vet.J.8, 34-37

Stamm, D. (1975) Meßgrößen und SI-Einheiten in der klinischen Chemie
Deutsche Gesellschaft f. Klin. Chemie e.V., Mitteilungen
Sonderdruck aus Heft 1/75

Stankiewicz, W., Markiewiczowa, Z., Malinowski, W. (1960) Hämatologische Untersuchungen von Vollblut- und Fjordpferden
Med. weteryn. 16, 594-598

Steel, J.D. Whitlock, L.E. (1960) Observations on the haematology of thoroughbred and standardbred horses in training and racing
Austral. Vet. J. April 1960, 136-142

Stewart, J. & Holman, H.H. (1940) The "Blood Picture" of the Horse
Vet. Rec. 52, 157-165

Storch, A. (1901) Blutkörperchengehalt des Blutes der landwirtschaftlichen Haussäugetiere
Bern, Diss.-Vet.-Med.

Surujbally, R.S. (1971) Hämatologische Veränderungen bei Military-Pferden während des Trainings- Ein Beitrag zu dem Komplex:"Sportpferd und Belastung".
Leipzig, Diss.Vet.-Med.

Teufel, P.,Keller, H. (1970) Das Vorkommen neutralisierender Antikörper gegen den equinen Rhinovirenstamm NM11 in Berliner Pferdebeständen
Berl.Münch.Tierärztl.Wschr.23,466-46

Todd, A.C., Mc Gee, W.R., Wyant, Z.N., Hollingsworth, K.P.(1951) Studies on the hematology of the thoroughbred horse
V. Sucklings
Am. J.Vet.Res.12, 364-367

Trasbot (1876) Bull.Soc.centr.de méd. vét. 53
344
zit. n. Scarborough, R.A.

Trum, B.F. (1952) Normal Variances in Horse Blood Due to Breed, Age, Lactation, Pregnancy and Altitude
Am.J.Vet.Res.13, 514-519

Vaulont, H. (1935) Untersuchungen des Katzen- und Pferdeblutes
Z. Biol. 96, 241 -252

Verter, W. (1962) Die Veränderungen des roten Blutbildes nach verschieden starken Aderlässen beim Pferd
Arch. exp. Veterinärmed. 16, 229-242

Weber, E. (1967) Grundriss der biologischen Statistik
Verlag Gustav Fischer, Stuttgart

Wels, A. (1958) Durchmesserbestimmungen an Haustiererythrocyten im Plasma und im Ausstrich.
Blut, 4, 25o-253

Wels, A. (1967) Die altersabhängige Dynamik erythrocytometrischer Merkmale
Gießen, Habil.Schr. Vet.-Med.

Wiendick, K. (19o6) Untersuchungen über das Verhalten der Blutkörperchen bei gesunden und mit croupöser Pneumonie behafteten Pferden.
Arch. f. wiss. u. prakt. Thkde. 32, 113-169

Wilton, A. (1961) On the relationship between the hemoglobin concentration and the volume of the erythrocytes
Acta pathol. microbiol. scand. Vol. 51, Supp. 144, 121-122

Wirth, D.(1919) Beiträge zur Kenntnis der infektiösen Anämie der Pferde
Monatsh. f. prakt. Thkde.29, 97-137

Witte,J.(1942) Die Erythrocytengröße beim Pferd und ihre Schwankungen bei verschiedenen Erkrankungen Berlin,Diss.Vet.-Med.

Wulff, H.J. (1930) Untersuchungen über die Histologie des Blutbildes bei der latenten Form der infektiösen Anämie der Pferde Hannover, Diss.Vet.-Med.

Yakimoff, W.L. & Kohl,N. (1910) Zur Frage über die Beschaffenheit des Blutes von Pferden verschiedener Rassen Monatsh.f.prakt. Thkde.21, 116-146

Zeller,R., Teufel, P. (197o) Untersuchungen zur respiratorischen Form der Rhinopneumonitis bei erwachsenen Pferden Berl.Münch.Tierärztl.Wschr.18,349-35

Zessin, K.H. (1976) Untersuchung zur Blutmauserung beim Hund mit Verwendung der Fraktion leichter Erythrocyten Berlin(FU) Diss. Vet.-Med.

Für die Überlassung des Themas, die wissenschaftliche Anleitung und die Hilfe bei der Auswertung der Ergebnisse bin ich Herrn Professor Dr. Niepage zu Dank verpflichtet. Fräulein Ingeborg Hofmann danke ich für die technische Unterweisung.

Lebenslauf

Am 6.11.1948 wurde ich, Doris Uta Bitzer, als Tochter des Paul Bitzer und seiner Ehefrau Maria in Tübingen geboren. Von 1955 bis 1959 besuchte ich die Volksschule in Bisingen, Ortsteil Steinhofen, anschließend wechselte ich auf das Gymnasium in Balingen über, an dem ich 1968 das Abitur ablegte. Im Wintersemester 1968/69 begann ich mein Studium an der Freien Universität in Berlin. Hier bestand ich im Winter 1970 die tierärztliche Vorprüfung und im Juli 1974 die tierärztliche Prüfung. Am 15. November 1974 wurde mir die Approbation als Tierärztin erteilt.